COLUMBIA LIBRARIES OFFSITE
HEALTH SCIENCES STANDARD
HX00077550
RECAP

DWARDS

* * * * * * * * * * * * * *

La Chaleur Animale

QP135 Ed9

QP 135 Ed 9.

Columbia University
in the City of New York
College of Physicians and Surgeons
Library

Digitized by the Internet Archive
in 2010 with funding from
Columbia University Libraries

http://www.archive.org/details/williammilneedwa00rich

BIBLIOTHÈQUE RÉTROSPECTIVE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. CHARLES RICHET

Professeur à la Faculté de médecine de Paris

LES MAITRES DE LA SCIENCE

WILLIAM MILNE EDWARDS

LA CHALEUR ANIMALE

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1893

ZF135
Ed9

AVANT-PROPOS

Nous devons expliquer en quelques mots le but et la portée de cette publication.

Nous l'avons appelée « Bibliothèque scientifique rétrospective », parce que notre intention est double : d'une part, nous voulons que cette Bibliothèque soit franchement scientifique, avec des faits et des détails utiles encore à connaître aujourd'hui ; et, d'autre part, nous avons l'intention de n'admettre que des travaux devenus absolument classiques et consacrés par l'admiration universelle.

A notre époque, en cette fièvre de production hâtive, on se dispense trop d'avoir recours aux auteurs originaux. Une analyse, presque toujours inexacte et tou-

jours insuffisante, voilà ce que demandent le lecteur superficiel, l'étudiant, et même le professeur. Quant à se reporter aux ouvrages fondamentaux et originaux, on n'y pense guère, et peut-être n'y pense-t-on pas parce que rien n'est plus pénible que d'aller consulter les vieux documents bibliographiques.

Ainsi, pour prendre l'exemple du premier ouvrage que nous publions ici, il n'est pas facile de pouvoir lire Lavoisier dans la forme originale. La grande publication in-quarto du ministère de l'Instruction publique est fort coûteuse, et d'ailleurs à l'heure actuelle elle est tout à fait épuisée. Quant aux mémoires de l'Académie des sciences, qui donc peut les avoir chez soi? Alors, comme on ne peut lire Lavoisier que dans les bibliothèques publiques, on ne le lit pas, ce qui est bien simple et à la portée de tout le monde. Il s'ensuit que presque personne n'a lu Lavoisier; et c'est assurément grand dommage.

Nous voulons changer, dans la faible mesure de nos forces, cet état de choses. Il faut que tout étudiant, tout travailleur, puisse connaître les maîtres de la science autrement que par des citations de dixième main. Pour être un homme de bonne société, il faut fréquenter les gens de bonne société : eh bien! pour apprendre à penser, il faut fréquenter ceux qui ont pensé profondément, ceux qui, par leur pénétration, ont régénéré la science et ouvert des voies nouvelles.

Un manuel, c'est un très bon livre et probablement un livre nécessaire ; mais il faut sortir du manuel, et le meilleur moyen d'en sortir c'est de se reporter aux ouvrages des maîtres. Que dirait-on d'un peintre qui ne voudrait étudier les tableaux de Rubens ou de Raphaël que d'après des photographies? Encore les photographies donnent-elles d'un tableau une image plus exacte que l'analyse d'un mémoire de Lavoisier, de Lamarck, ou de Harvey, ou de Bichat, ne fait connaître la pensée de Lavoisier, ou de Lamarck, ou de Harvey, ou de Bichat.

Nous n'avons pas voulu faire de cette publication une œuvre de luxe. Nous avons préféré la mettre à la portée de tout le monde. Le prix de chacun de ces petits volumes est tout à fait modique, si bien que chaque étudiant, pour une dizaine de francs, va pouvoir posséder à peu près tout ce qu'il a besoin de connaître en fait de science parmi les auteurs passés. Si cela lui donne le goût d'en lire davantage, et d'aller consulter les œuvres complètes, et non les fragments étendus que nous donnons, rien de mieux ; mais ce sera un vrai luxe d'érudition, voire même un luxe assez rare, et notre Bibliothèque rétrospective sera, croyons-nous, suffisante pour la grande majorité des jeunes gens.

Quoique l'édition soit à très bas prix, nous n'avons rien négligé pour la rendre correcte. Je tiens à remer-

cier mon ami M. Alexis Julien, qui m'a assisté dans mon entreprise, ainsi que les imprimeurs et les éditeurs qui y ont donné tous les soins nécessaires.

Les premiers volumes sont surtout consacrés aux sciences biologiques et médicales. Plus tard nous espérons l'étendre à d'autres sciences; nous pourrons aussi, sans doute, au lieu d'extraits de livres, donner des extraits des mémoires les plus importants qui, dans le passé de la science, ont fait époque. Mais au début nous donnerons seulement les grands écrivains scientifiques de la biologie : Lavoisier, Harvey, Bichat, Haller, Lamarck, Laënnec, Legallois, Hunter et William Edwards.

Charles Richet.

WILLIAM EDWARDS (1)

(1776-1842)

William-Frédéric Edwards naquit à la Jamaïque en 1776, et, peu de temps après, sa famille étant venue se fixer à Bruges, il y passa la plus grande partie de sa jeunesse; il y débuta dans la carrière scientifique comme professeur d'histoire naturelle à l'école centrale de cette ville, et il y publia vers 1807 une *Flore du département de la Lys*. En 1808, il vint à Paris pour achever ses études médicales; en 1814, il présenta à l'Académie des sciences un travail *Sur la structure de l'œil*, et il soutint à la Faculté de médecine une thèse estimée *Sur l'inflammation de l'iris*. En 1815 et 1816, il fit, en commun avec Chevillot, une série de recherches chimiques très intéressantes sur les *Combinaisons du manganèse avec les alcalis*, et vers la même époque il commença ses expériences sur l'*asphyxie*. Un premier Mémoire sur ce sujet, lu à l'Académie en 1817, fut bientôt suivi d'un travail sur l'*influence que la température exerce sur l'économie, sur l'influence vivifiante de l'air et sur la transpiration*. En 1820, l'Académie lui décerna le prix de physiologie récemment fondé par M. de Montyon, et, en 1821, ses *Recherches sur la respiration et sur l'influence des saisons sur l'économie animale* lui valurent pour la seconde fois cette récompense honorifique. En 1824, il publia l'ensemble de ses recherches physiologiques dans un ouvrage qui est intitulé *De*

(1) La biographie que nous donnons ici est extraite de la notice que son frère William a consacrée à M. H. Milne Edwards, l'auteur d'un livre admirable : *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux*.

l'influence des agents physiques sur la vie, et qui est remarquable par la lucidité de l'exposition et la logique des argumentations aussi bien que par l'importance et la nouveauté des faits (1). Une traduction anglaise de ce livre a été publiée par MM. Hodgkin et Fischer. On doit aussi à W. Edwards un Mémoire sur la contraction musculaire; des recherches sur l'alimentation; des expériences sur la germination, ainsi que divers travaux sur les *Caractères physiologiques des races humaines* et sur quelques questions de linguistique. Il entra à l'Institut comme membre de l'Académie des sciences morales et politiques en 1832, et il mourut à Versailles en 1842.

---

(1) C'est un fragment de ce livre que nous reproduisons ici.

LA CHALEUR ANIMALE

PREMIÈRE PARTIE

ANIMAUX A SANG CHAUD

CHAPITRE PREMIER

DE LA CHALEUR DES JEUNES ANIMAUX

C'est une opinion générale que la chaleur des jeunes animaux à sang chaud est un peu plus élevée que celle des adultes. Ce n'est pas, il est vrai, le résultat d'une observation directe, mais une conclusion tirée de plusieurs faits bien connus qui paraissent la justifier. En effet, la circulation chez eux est plus rapide, la nutrition plus active, et les rapports qu'on observe entre ces phénomènes et la chaleur animale ont fait penser qu'elle était plus élevée chez les jeunes sujets.

Mais, comme cette opinion n'est pas fondée sur des observations directes, j'ai cru devoir m'en occuper d'abord en commençant mes recherches sur la chaleur animale.

Je me suis servi d'un thermomètre centigrade à petit réservoir, et j'ai déterminé la température en le plaçant sous l'aisselle de l'animal, et en appliquant le membre sur le bulbe, de manière à ce qu'il fût de toutes parts en contact avec l'animal.

J'ai pris ainsi la température de petits chiens nouveau-nés, qui étaient à la mamelle. Je l'ai trouvée à peu près égale à celle de leur mère, ou inférieure d'un ou deux degrés; mais, comme cette différence n'est peut-être pas constante, et que les adultes en présentent de semblables entre eux, on peut la négliger, et conclure de cette observation que la température des jeunes animaux n'est pas supérieure à celle des adultes. Voilà ce qu'on observe lorsque l'animal nouveau-né est placé près de sa mère; mais, en changeant les conditions, on obtient des résultats bien différents.

Si, à une température de l'air de 10° à 20°, on éloigne un chien nouveau-né de sa mère, et qu'on le tienne isolé pendant une heure ou deux, on remarque que sa température baisse considérablement; et cet abaissement continue encore jusqu'à ce qu'il s'arrête à un petit nombre de degrés au-dessus de la température extérieure.

Ce phénomène a lieu dans l'espace de trois ou quatre heures, quoiqu'on ait soin de ne prendre ces jeunes animaux, pour les isoler, que lorsqu'ils sont dans toute leur vigueur, après avoir pris une nourriture suffisante, et que leur température ne diffère guère de celle de la mère.

Ce n'est pas le défaut de nourriture, dans un si court espace de temps, qui produit cet effet: quand même il en dépendrait, il n'en serait pas moins remarquable par la différence qui existe sous ce rapport entre les jeunes animaux et les adultes. Mais l'abaissement commence aussitôt que ces petits animaux sont éloignés de leur mère, et non-seulement cinq minutes suffisent pour le rendre évident; mais il a lieu, dans le même intervalle, pendant tout le temps du refroidissement, seulement dans des proportions variables. On peut d'ailleurs s'assurer par une expérience directe que le défaut de nourriture, dans ce court espace de temps, ne règle pas ce phénomène; car, en donnant de temps en temps du lait au jeune animal, pendant qu'il est isolé de sa mère, sa température n'en baisse pas moins.

Ce phénomène ne se borne pas aux petits chiens, il s'observe encore sur les chats et les lapins nouveau-nés. Quelle qu'en soit la cause, il est évident qu'ils présentent le phénomène principal qui caractérise les animaux à sang froid : celui d'éprouver des variations de température correspondantes à celles de l'atmosphère, et de n'en différer que d'un petit nombre de degrés.

On peut supposer que la production de la chaleur est la même chez ces jeunes animaux et chez les adultes; mais que, les conditions de refroidissement dépendantes de l'enveloppe n'étant pas les mêmes dans les deux âges, il en résulte une tempé-

rature différente. Il est évident qu'une différence dans les enveloppes naturelles doit en produire une dans les quantités de chaleur perdues dans un temps donné, et que, par conséquent, la température de ces jeunes mammifères peut s'en ressentir. Le lapin, par exemple, naît la peau presque nue, aussi se refroidit-il plus vite que les chiens et les chats nouveau-nés; mais ceux-ci naissent la peau bien garnie de poils, et la différence qu'ils présentent à cet égard avec les jeunes lapins est évidemment plus grande que celle qu'ils offrent sous ce rapport avec les adultes. C'est pourquoi cette condition n'influe que secondairement, et ne peut se faire sentir que par une moindre vitesse de refroidissement. Ils arrivent tous à peu près au même terme, malgré la différence de leurs téguments, en y mettant plus ou moins de temps.

On peut d'ailleurs prouver directement que la différence de l'enveloppe n'est pas la cause principale de leur refroidissement. Il est facile, par le moyen d'une enveloppe artificielle, de compenser les avantages qu'ils retireraient d'une fourrure plus épaisse; on peut même par ce moyen mettre l'avantage du côté des jeunes animaux; mais ils ne se refroidissent pas moins au même terme; seulement leur refroidissement est plus lent.

Il faut donc admettre une autre cause de l'abaissement de leur température, qui ne peut consister que dans la production de moins de chaleur dans un temps donné.

Nous examinerons maintenant les changements qu'éprouve la température de ces animaux suivant les progrès de leur âge. Dans les premiers temps, on observe peu de différence; mais ensuite leur refroidissement devient beaucoup plus lent, quoiqu'il arrive au même degré; enfin, leur température baisse de moins en moins, jusqu'à ce qu'elle se soutienne à peu près égale à celle des adultes, au-dessus d'une température extérieure moyenne. C'est ordinairement au bout de quinze jours que ce changement a lieu.

Ce changement remarquable qui s'opère chez les jeunes mammifères, sous le rapport de leur température, les fait passer de l'état d'animaux à sang froid à celui d'animaux à sang chaud.

On aurait tort de conclure de ces expériences que tous les mammifères nouveau-nés présentent les mêmes phénomènes que ceux dont nous venons de parler. Si l'on prend la température de jeunes cochons d'Inde nés à une température de l'air égale à celle que nous venons d'indiquer (de 10° à 20°), on trouve qu'elle est à peu près égale à celle des adultes; et, si on les tient isolés dans les mêmes circonstances, leur température ne baisse pas. Beaucoup d'autres animaux de cette classe sont dans le même cas. Ainsi les jeunes mammifères se divisent en deux groupes, sous le rapport de la chaleur animale. Les uns naissent, pour ainsi dire, animaux à sang froid, les autres animaux à sang chaud.

Le caractère extérieur qui me paraît en rapport

avec cette différence se tire de l'état des yeux: les uns naissent les yeux fermés, les autres les yeux ouverts. Mais cette différence relative à leur chaleur ne subsiste que peu de temps. Nous avons vu plus haut que la température des premiers s'élève successivement, et qu'au bout de quinze jours elle égale celle des adultes, ou n'en diffère que très peu. Remarquons que c'est vers cette époque que leurs yeux s'ouvrent. Ainsi l'état de ces organes fournit des signes auxquels on peut distinguer, et la différence qui existe entre les mammifères nouveau-nés, sous le rapport de leur chaleur, et les changements qui surviennent à cet égard chez un grand nombre d'entre eux.

L'état des yeux n'a certainement aucun rapport direct avec la production de chaleur; mais il peut coïncider avec une structure intérieure qui influe sur cette fonction. Il est évident que les mammifères dont les yeux sont fermés à leur naissance sont aussi moins avancés à bien des égards; mais ils se développent rapidement, et ne tardent pas à se mettre au niveau des autres. A cette époque, tous les jeunes mammifères ont à peu près la même température que les adultes.

J'ai étendu ces recherches aux oiseaux, afin d'apprécier l'influence de l'âge sur ce phénomène chez tous les animaux à sang chaud.

On sait que les oiseaux ont, en général, une chaleur plus élevée que les mammifères: on évalue cette différence à deux ou trois degrés de plus.

Désirant savoir si elle était la même dans les premiers temps de la vie, je me procurai de jeunes oiseaux qui pouvaient avoir huit jours. Ils étaient bien nourris et rassemblés dans leur nid. Je les en tirai successivement, et pris de suite leur température. Elle était de 35° à 36°, ce qui est sensiblement au-dessous de celle des adultes. Je voulus m'assurer s'ils auraient la faculté de conserver leur température lorsqu'ils seraient isolés. Comme leur nid les abrite, et que leur réunion les échauffe mutuellement, je les séparai, en éloignant les corps qui pouvaient influer sur leur chaleur: celle de l'air était douce (17°). Cependant ces jeunes moineaux se refroidirent rapidement. Dans l'espace d'une heure, ils furent réduits de 36° à 19°. Ils perdirent donc 17° dans un espace de temps aussi court, et, ce qui est digne d'attention, leur température n'était supérieure que de deux degrés à celle de l'air. Il n'est pas besoin d'ajouter qu'en continuant l'expérience ils ne dépassaient guère ce terme.

Je fis une autre série d'expériences lorsque l'air était à 22°. Malgré cette chaleur élevée, des moineaux de même âge que les précédents se refroidirent promptement, et cet abaissement fut tel que leur température ne se soutint qu'à un degré au-dessus de celle de l'air.

On sait que ces oiseaux naissent sans plumes, et l'on pourrait attribuer à l'absence ou au peu de développement de celles-ci les phénomènes de refroidissement que nous venons d'exposer.

Les plumes doivent être considérées comme une enveloppe; elles font l'office de nos vêtements. L'enveloppe conserve, mais ne produit pas la chaleur. Le foyer en est dans l'intérieur de l'animal; c'est là qu'elle se forme et se renouvelle. Les vêtements, naturels ou artificiels, en retardent l'émission, et contribuent ainsi à maintenir la température du corps; mais, si la production de chaleur est faible, la température ne laissera pas que d'être basse malgré la présence de l'enveloppe. Or, s'il est vrai que les oiseaux sont de tous les animaux à sang chaud ceux qui produisent le plus de chaleur, la nudité de leur corps ne devrait pas les empêcher de soutenir leur température, surtout lorsque l'air extérieur est chaud, puisque l'homme et quelques mammifères qui ont la peau nue ont cette faculté. Nous pouvons donc présumer que les jeunes oiseaux qui se refroidissent à l'air ne produisent pas autant de chaleur que les adultes. Ce raisonnement, quelque probable qu'il soit, ne suffit pas dans une question de cette nature. Le fait est trop important pour qu'on ne cherche pas à le vérifier par des recherches directes.

Je dépouillai un moineau adulte de ses plumes, en les coupant de manière à le dénuder entièrement: j'exposai en même temps à l'air, qui était à 18°, de jeunes oiseaux de même espèce, que j'avais tirés de leur nid, où ils avaient une chaleur convenable, et qui étaient en partie garantis par des plumes. Cet abri leur donnait l'avantage, et

les mettait dans une condition plus favorable pour les soustraire à l'action de l'air. Cependant ils se refroidirent, comme dans les expériences précédentes, au point de ne différer que d'un ou deux degrés de l'air extérieur, tandis que le moineau adulte, qui était tout à fait nu, conserva la température qu'il avait avant l'expérience, et ne paraissait nullement souffrir de sa nudité. Sans aucune enveloppe qui le garantit, il ne laissa pas de soutenir sa température à 20° au-dessus de celle de l'air, sans mouvements, sans efforts, sa source intérieure de chaleur étant assez abondante pour compenser ses pertes. Il faut donc, au contraire, qu'elle soit très faible chez les jeunes oiseaux, puisqu'ils subissent un refroidissement si considérable malgré le secours de leurs plumes et la température élevée de l'air.

Pour ne rien omettre qui puisse laisser des doutes sur la justesse de cette conclusion, il faut tenir compte de l'influence du volume sur le refroidissement. La petitesse des jeunes oiseaux peut certainement y influer.

Il est évident qu'un corps de petit volume se refroidit, toutes choses égales d'ailleurs, plus promptement qu'un autre de plus grandes dimensions: s'il est dans le cas de produire de la chaleur, et qu'il en développe en quantité suffisante, il réparera ses pertes, et conservera sa température, quel que soit son volume. C'est précisément le caractère distinctif des animaux à sang chaud adultes.

Leurs dimensions sont infiniment variées: cependant leur température est semblable. Les plus grandes disproportions de volume n'affectent pas le degré de leur chaleur. Un roitelet la conserve de même que l'aigle, lorsque la température extérieure n'est pas extrême. On ne peut donc attribuer à la petitesse de ces jeunes oiseaux le refroidissement qu'ils ont subi à une chaleur douce de l'air, mais au peu de chaleur qu'ils produisent. Je m'en suis d'ailleurs assuré en comparant entre eux de jeunes oiseaux qui diffèrent beaucoup de grandeur. Des éperviers déjà couverts d'un duvet épais et presque aussi gros que des pigeons, dans un air à 17°, subirent un abaissement de 14° ou 15°. Ils ne diffèrent guère des jeunes moineaux et des hirondelles placés dans les mêmes circonstances que par un refroidissement un peu moins rapide. Tout concourt donc à prouver que ces jeunes oiseaux produisent moins de chaleur que les adultes, et que de là dépend l'abaissement de leur température lorsqu'on les expose à l'air; tandis que leur volume et le défaut de plumes n'y influent que secondairement. Cependant ils ont besoin pour vivre et se développer d'une chaleur à peu près égale à celle de leurs parents. Ils naissent pour la plupart au printemps. Nous avons vu que la température de cette saison, quelque élevée qu'elle fût, ne leur suffirait pas: il en est de même des plus fortes chaleurs de l'été. Mais l'abri qu'ils trouvent dans leur nid et leur contact mutuel y supplée. Ils reçoivent

encore un surcroît de chaleur par les soins des parents, qui les couvrent de leur corps et les réchauffent tout le temps que le besoin de nourriture ne les appelle pas ailleurs. Tous les secours que nous venons d'indiquer comme suppléant au défaut de chaleur intérieure, deviennent de moins en moins nécessaires avec l'accroissement de ces jeunes animaux. La chaleur s'élève progressivement, d'abord avec lenteur, ensuite avec assez de rapidité. Avant d'être revêtus de tout leur plumage, et lorsqu'ils ne sont pas encore en état de prendre seuls leur nourriture, ils commencent à développer assez de chaleur pour soutenir, au printemps et en été, un degré qui caractérise les animaux à sang chaud.

Ici commence une nouvelle époque qui les élève dans l'échelle des êtres: dans l'âge qui la précède ils sont asservis à la température extérieure, et d'autant plus qu'ils sont plus rapprochés de l'époque de leur naissance.

Ce premier âge, où ils sont comparables aux animaux à sang froid, s'écoule rapidement; il ne dure guère que trois semaines ou un mois. Dans ce court espace de temps tout l'être s'est développé, et, si les changements extérieurs sont visibles, il s'en est opéré d'intimes qui sont bien plus importants, puisque de ceux-ci dépendent la formation et le renouvellement de la chaleur.

Ces phénomènes, que j'ai constatés par les expériences et les observations précédentes, ne sont pas

communs à tous les jeunes oiseaux. Tous ne naissent pas dans cet état où ils se refroidissent si facilement. Il en est qui éclosent avec la faculté de conserver une température élevée, lorsqu'ils sont exposés à l'air dans une saison favorable. Ils naissent à l'époque qui caractérise le second âge des autres oiseaux. Ils ont franchi le premier avant de naître, et viennent au monde dans un état plus avancé. Au sortir de l'œuf, ils sont dans la condition où les autres n'arrivent que plus tard. A peine éclos, ils peuvent manger et courir. C'est enfin vers l'époque où les autres oiseaux acquièrent cette faculté après leur naissance qu'ils développent la même chaleur.

Cependant ceux qui marchent en naissant n'ont pas leur plumage; ils ne sont revêtus que de duvet qui, à la vérité, est épais, mais qui ne doit pas les garantir comme les plumes bien fournies qui les couvrent dans un âge plus avancé. Ils ne laissent pas néanmoins d'avoir une haute température: nouvelle preuve, s'il fallait de nouvelles confirmations, que la différence de chaleur que nous avons observée dans le premier âge ne tient pas essentiellement à ces enveloppes.

Nous avons vu que les mammifères qui naissent les yeux fermés et les oiseaux qui éclosent sans plumes, produisent si peu de chaleur qu'ils se comportent à l'air comme des animaux à sang froid. Nous avons suivi les changements qu'ils subissent à cet égard avec les progrès de l'âge, et nous avons

fait connaître l'époque où ils acquièrent la faculté de soutenir une température élevée, lorsqu'ils sont exposés sans abri à l'action de l'air. Examinons maintenant les circonstances où ils jouissent de cette faculté. Ils naissent ordinairement en été, et lorsqu'ils sont en état de ne pas subir de refroidissement à l'air, ils y trouvent une douce chaleur. Cette condition leur est favorable; mais, si elle venait à changer, trouveraient-ils assez de ressources en eux-mêmes pour résister au froid comme les adultes? Pour ne pas compliquer la question, nous supposerons le froid modéré et de peu de durée, et, s'il est possible, toutes les conditions égales, excepté l'âge: les jeunes animaux conserveront-ils leur température de même que les adultes? C'est ce qui aurait lieu s'ils produisaient autant de chaleur; car, les pertes étant les mêmes, ils auraient la même faculté de les réparer. On peut les mettre à l'épreuve en exposant les uns et les autres à un froid artificiel. Dans cette vue, je me procurai, au printemps, une température d'hiver, en plongeant des vases dans un mélange de sel et de glace. Ils étaient semblables en tout point: l'air s'y refroidissait et se maintenait à +4°. Je choisis de jeunes oiseaux dont la température paraissait fixe. Dans une atmosphère artificiellement refroidie, comme je viens de l'exposer, je plaçai de jeunes pies et les y laissai un court espace de temps. Après 20 minutes l'une d'elles avait baissé à 14°. J'examinai les autres à différents intervalles, dont

le plus grand n'excédait pas une heure dix minutes: elles s'étaient refroidies de 14° et 16°; refroidissement considérable et rapide, et que ces animaux ne pourraient guère dépasser sans mourir.

Comparons maintenant à ces jeunes oiseaux un adulte de même espèce, et placé dans les mêmes circonstances: il ne s'est refroidi que de 3°, différence légère, qui n'est pas incompatible avec l'état de santé.

Quelles sont les causes qui influent sur cette inégalité de refroidissement? Elles ne peuvent se rapporter qu'aux animaux, puisque les conditions extérieures sont les mêmes. La grandeur et le plumage diffèrent peu; car, ainsi que je l'ai dit, ces jeunes oiseaux ont passé le premier âge. Encore faut-il tenir compte de ces différences dans ces recherches. J'y ai pourvu. En prolongeant pour les adultes la durée du refroidissement, on peut ainsi compenser l'avantage qu'ils tirent de leur enveloppe et de leur volume, et même aller au delà. Voici ce que j'ai observé: l'adulte, au bout d'une heure, ne s'était refroidi que de trois degrés: or, dans un moindre espace de temps, les jeunes oiseaux avaient subi un abaissement de température cinq fois plus grand: ce qui est hors de toutes proportions avec les différences de plumage et de volume. Il y a plus, la température de l'adulte, après cette légère perte, ne baissa plus, quoique l'expérience fût continuée pendant deux heures. Ayant établi ce mode de com-

pensation pour la légère différence des enveloppes et des dimensions, nous ne pouvons guère attribuer l'inégalité du refroidissement qu'à une différence dans la production de chaleur. Ce fait pouvait être particulier à l'espèce, c'est pourquoi j'ai cherché à le vérifier sur plusieurs autres. Le merle, le geai, le loriot et l'étourneau, à l'époque où leur température était devenue élevée et stationnaire, furent exposés au même froid artificiel et avec le même résultat que dans le cas précédent. C'est une chose surprenante que les progrès rapides qu'ils font dans le développement de la chaleur. Quelques jours après, ils se refroidissaient beaucoup moins, lorsqu'on les exposait au même degré de froid. Cependant on ne reconnaît guère de différence à l'extérieur: nouvelle preuve que l'inégalité de refroidissement, à différentes époques de la jeunesse, dépend principalement de la différence dans la production de chaleur.

Cette influence de l'âge ne se borne pas aux oiseaux, je l'ai constatée sur des mammifères. De jeunes cochons d'Inde sont, à leur naissance, en état de marcher, de courir et de prendre la même nourriture que leur mère. Ils n'ont pas besoin d'être réchauffés par elle, et paraissent avoir une température également stable lorsque la saison n'est pas rigoureuse; mais ils n'ont pas la même faculté de la soutenir lorsqu'on les expose au froid. Je me suis assuré par les mêmes moyens que j'ai employés pour les oiseaux, que cette différence tenait égale-

ment à une plus faible production de chaleur.

En prenant donc une vue générale de toutes ces expériences sur les animaux à sang chaud, nous arrivons à cette conclusion, que leur faculté de produire de la chaleur est à son minimum à l'époque de leur naissance, et qu'elle s'accroît successivement jusqu'à l'âge adulte.

CHAPITRE II

DE LA CHALEUR CHEZ LES ADULTES

Tandis que presque tous les animaux à sang chaud adultes conservent une température élevée dans toutes les saisons, un petit nombre d'entre eux subissent un refroidissement considérable en automne et en hiver, tombent dans l'engourdissement, et demeurent dans cet état jusqu'au retour du printemps. On les a appelés animaux « hibernants ». Les espèces qui, de l'aveu de tous les naturalistes, méritent cette dénomination sont, dans ce climat, les chauves-souris, le hérisson, le loir, le muscardin et la marmotte. Nous parlerons ailleurs des autres espèces, qui, suivant l'opinion de quelques savants, doivent être rangées dans la même catégorie.

Les animaux que je viens de nommer sont des

mammifères; ils ont tous les caractères d'organisation qui distinguent cette classe. Ils appartiennent à des genres et à des familles différentes, et l'on ne voit rien de particulier dans leur structure qui en fasse un groupe à part. A les voir, dans la belle saison, rien ne ferait présumer qu'à une autre époque ils seraient si différents d'eux-mêmes et des autres animaux de leur classe; mais, quand on les observe plus tard, dans leur hibernisation, leur température est très basse, et souvent à peine supérieure à celle de l'atmosphère. Ils semblent alors avoir changé de nature; ils paraissent avoir subi une métamorphose qui, d'animaux à sang chaud, les a convertis en animaux à sang froid. Ils ont, en effet, plusieurs caractères: ils sont engourdis comme des reptiles; leurs mouvements respiratoires sont irréguliers, faibles et longtemps suspendus, et, ce qu'il y a de très remarquable, cet état persiste plusieurs mois, pendant lesquels ils peuvent se passer de toute nourriture. On ne saurait guère imaginer deux modes d'existence plus opposés.

Ces effets proviennent-ils d'une modification de structure qui change leur manière de vivre, comme quelques-uns l'ont pensé? Ou, conservant la même organisation dans le cours des saisons, présentent-ils des phénomènes différents, parce que leur tempérament est asservi aux variations de l'atmosphère?

Si l'on réfléchit que c'est seulement lorsque la température baisse en automne qu'ils se retirent

dans les cavités, où on les trouve ensuite froids et engourdis, on peut présumer que c'est l'action de cette cause qui produit cet effet; et, d'après tout ce que nous avons rapporté précédemment de l'influence de la température extérieure sur les jeunes animaux à sang chaud, nous n'aurons pas de peine à le concevoir. Si l'on suppose qu'en été et au printemps les mammifères hibernants produisent beaucoup moins de chaleur que les autres animaux à sang chaud adultes, c'est une conséquence nécessaire que leur température doit baisser avec celle de la saison. Mais on peut l'attribuer à une toute autre cause, en faisant une supposition tout aussi probable. Lorsqu'on se borne au simple raisonnement, on peut croire que c'est le défaut de nourriture qui produit tous ces effets; que, ne pouvant pas s'en procurer dans la saison froide, le jeûne qu'ils subissent les met dans un état de langueur voisin de la mort, et que leur refroidissement, leur insensibilité, leur respiration interrompue et à peine perceptible en sont les conséquences.

L'observation et l'expérience pouvaient seules en décider. Ces animaux ont été l'objet de nombreux et d'importants travaux. Ils ont été principalement étudiés dans la saison de leur hibernation. On a déterminé les phénomènes qu'ils présentent pendant leur engourdissement, les moyens de les rappeler à une vie active, et de les replonger dans la torpeur, et plusieurs autres faits que nous devons à Spallanzani, Hunter et à MM. Mangili, Prunelle

et de Saissy, etc. Dans le nombre des phénomènes singuliers que présentent les mammifères hibernants, nous ne devons nous attacher ici qu'à ceux qui concernent leur chaleur, puisque c'est le sujet qui nous occupe. Ils offrent d'ailleurs d'autant plus d'intérêt qu'ils paraissent influer sur tous les autres.

Buffon avait cru que la température propre des mammifères hibernants était de 10° R., ce qui équivaut à 12°,5 du thermomètre centigrade; mais les savants que je viens de citer ont constaté qu'elle était de 35 à 37° au printemps et en été. Ils ne diffèrent donc pas essentiellement, sous ce rapport, des autres mammifères adultes; mais si l'on veut savoir si, malgré cette parité de température, ils produisent réellement moins de chaleur à cette époque, voyons comment ils se comportent sous l'influence d'un refroidissement naturel ou artificiel de l'air.

M. de Saissy a observé plusieurs de ces animaux, pendant leur état de veille, à différentes époques depuis le mois d'août. Le 6 août, l'air était à 22° cent.; une marmotte en avait 35°,5, à l'aisselle. Le 23 septembre, la température de l'air était de 18°; l'animal avait subi un refroidissement de 5°,25. Le 10 novembre, l'air était à 7°, et la marmotte n'avait plus que 27°,25, c'est-à-dire 9°,25 au-dessous de sa température au mois d'août. Un lérot, à la même époque en été, et dans les mêmes circonstances extérieures, avait 36°,5; le 23 septembre, il s'était refroidi de 5°,5; le 10 novembre de 15°,5, de ma-

nière que sa température était descendue alors à 21°.

Un hérisson, observé comparativement avec les autres, s'était refroidi de 2° au mois de septembre et de 21°,25 en novembre: sa température était alors de 13°,75.

L'auteur de ces observations n'a pas rapporté si, pendant que ces animaux se refroidissaient, ils prenaient habituellement de la nourriture, circonstance qu'il nous importerait de connaître pour juger de la cause de leur refroidissement; car la question que nous examinons ici est de savoir quels seraient les effets du froid sur la température des animaux hibernants, vivant de la même manière que les autres mammifères, lorsqu'ils sont sortis depuis longtemps de leur torpeur, lorsqu'une chaleur douce et soutenue, l'habitude du mouvement et de la nourriture ont concouru pour développer toute leur activité.

M. de Saissy a réussi à engourdir une marmotte au mois de mai et au mois de juin. Il l'avait enfermée, avec un peu de paille, dans une boîte de cuivre dont le couvercle était percé d'une ouverture du diamètre d'un centime. Après l'avoir laissée dans une glacière pendant vingt-quatre heures, il l'exposa à un froid de 10° au-dessous de zéro. Elle s'engourdit profondément onze heures après; sa température était descendue à 5° de 35° qu'elle était avant l'expérience.

Quoique cette marmotte fût plongée dans un sommeil léthargique, dans une saison où elle ne s'en-

gourdit pas naturellement, et par un froid artificiel très rigoureux, sa santé ne parut pas plus altérée que si elle s'était trouvée dans les circonstances ordinaires de l'hibernation ; car exposée ensuite à la chaleur de l'atmosphère, elle sortit de sa torpeur, et reprit l'activité qu'elle avait auparavant.

Ce résultat est d'un grand intérêt dans l'histoire des animaux hibernants. Il fait voir qu'ils sont susceptibles d'éprouver un abaissement considérable de température, et de s'engourdir dans toutes les saisons par d'autres causes que par le défaut de nourriture. Une autre conséquence en découle, c'est qu'il ne faut pas attribuer à un changement dans leur organisation, à la fin de l'été et au commencement de l'automne, les phénomènes qu'ils présentent pendant l'hibernation. Ils sont en état de les offrir en tous temps; et, quand même on reconnaîtrait une modification de structure à l'époque ordinaire de leur assoupissement, elle ne saurait avoir qu'un effet secondaire.

Ce fait établi, il s'agit de comparer les mammifères hibernants à ceux qui ne le sont pas, sous le rapport de l'influence respective de la température extérieure sur celle de leur corps, au printemps et en été, lorsque les uns et les autres jouissent de toute la plénitude de la vie.

Rappelons-nous les circonstances principales de l'expérience précédente dans laquelle la température d'une marmotte a été réduite à 5°. Elle avait été

d'abord dans une glacière pendant vingt-quatre heures, puis exposée pendant onze heures à un froid artificiel de 10° au-dessous de zéro. Or, ce froid est assez rigoureux et assez prolongé pour qu'on se demande si les mammifères non hibernants ne se refroidiraient pas de même dans les conditions où elle a été placée, enfermée dans une boîte de cuivre dont le couvercle avait une très petite ouverture qui pouvait gêner la respiration. On verra d'ailleurs, par l'observation suivante de l'auteur, que le froid n'était pas la seule cause influente. « La marmotte, dit M. de Saissy, que j'ai engourdie par deux fois différentes ne l'a été, je crois, que parce que je me suis avisé, quand la respiration a été bien affaiblie, de boucher le trou du couvercle. Ce n'a été que de cette manière que je suis parvenu à l'engourdir; car toutes les tentatives que j'avais faites avant ont été vaines. »

Il y avait donc ici deux causes réunies, le froid extérieur et la gêne de la respiration, dont on ne saurait démêler les effets respectifs.

Ne voulant déterminer que l'influence de la première cause sur le refroidissement d'un animal hibernant, comparé à d'autres animaux à sang chaud placés dans les mêmes circonstances, je fis l'expérience suivante:

Au mois d'avril 1819, l'air étant à 16°, une chauve-souris adulte, de l'espèce nommée « oreillard », avait une température de 34°. Elle était récemment prise et en bon état. Je la plaçai dans un vase de

terre que je refroidis en l'entourant de glace pilée et un peu de sel. L'air y était à 1°. Un couvercle était placé de manière à établir une libre communication avec l'air extérieur. Après y avoir laissé la chauve-souris pendant une heure, sa température était réduite à 14°. Elle s'était donc refroidie de 20° dans un si court espace de temps, sous la seule influence d'une température qui n'était pas au-dessous de zéro. Des cochons d'Inde, des oiseaux adultes, placés dans les mêmes circonstances, ne se sont refroidis que de deux ou trois degrés au plus, quoiqu'on ait continué l'influence du froid pour compenser les différences de volume.

Nous voyons par là que les chauves-souris produisent habituellement moins de chaleur que ces animaux à sang chaud, et que c'est principalement à cette cause qu'il faut attribuer l'abaissement de leur température pendant la saison froide. En comparant cette expérience sur la chauve-souris adulte avec celles que nous avons faites sur les jeunes animaux à sang chaud, on y aperçoit un rapport remarquable; ils ne produisent pas assez de chaleur pour soutenir une température élevée, lorsque l'air est à un degré voisin de zéro. Mais il y a cette différence, que c'est un état passager chez les jeunes animaux à sang chaud, et qu'il est permanent chez les chauves-souris.

Il est évident que les autres mammifères hibernants doivent participer plus ou moins de cette manière d'être. Les faits que j'ai exposés suffisent

pour nous faire considérer ce groupe d'animaux sous le point de vue suivant: qu'au printemps et en été, dans leur état d'activité et de veille, lorsque leur température est assez élevée pour ne pas différer essentiellement de celle qui caractérise les animaux à sang chaud, ils n'ont pas la faculté de produire autant de chaleur; et, tout en admettant que d'autres causes peuvent influer sur leur refroidissement pendant leur hibernation, il faut cependant l'attribuer en grande partie à cette particularité de leur constitution.

CHAPITRE III

DE L'INFLUENCE DES SAISONS SUR LA PRODUCTION DE LA CHALEUR

Les différences dans les constitutions et les caractères auxquels on peut les reconnaître ont de tout temps exercé la sagacité des médecins. On voit des individus se ressembler sous tous les rapports principaux les plus apparents: les fonctions ont sensiblement le même rythme; la santé paraît également parfaite. Cet état dure pendant quelque temps ; cependant, lorsque les conditions extérieures vien-

nent à changer, et changent de même pour tous, les uns conservent le même état de bien-être, tandis que les autres languissent ou succombent. Le fait prouve qu'ils ont des constitutions différentes, mais comment le reconnaître avant l'événement, et en quoi consiste cette différence? On ne saurait trouver d'exemple plus frappant de constitutions diverses avec une organisation semblable que celui que nous venons d'indiquer entre les animaux à sang chaud. Nous avons vu que, dans la belle saison, les mammifères hibernants ne se distinguent en rien des autres animaux de leur classe: cependant, lorsque la saison change, quel contraste dans les phénomènes qu'ils présentent!

Nous avons vu en quoi cette différence consiste, différence que nous ne saurions reconnaître par aucun signe extérieur, dans les circonstances ordinaires, mais que nous pouvons apprécier en changeant les conditions. Ils n'ont pas la faculté de produire autant de chaleur, quoiqu'ils aient la même température; et, de là, ils sont susceptibles des modifications les plus étranges. S'il existait des différences dans cette faculté chez les autres animaux à sang chaud adultes, ne seraient-elles pas une source féconde de variétés dans les constitutions?

On sait depuis longtemps que les deux classes qui comprennent les animaux à sang chaud se distinguent par leur température, les oiseaux ayant, en général, trois ou quatre degrés de plus que les

mammifères. On a pensé avec raison que cette supériorité de chaleur avait une influence sur leurs fonctions; mais, lorsqu'on a comparé la température des animaux de même classe, on n'a su tirer aucun parti des observations thermométriques. Chez les uns, la différence était légère ou nulle, quoiqu'ils fussent de genres très éloignés par leur organisation; chez d'autres, qui étaient d'espèces voisines, il y avait souvent des différences plus marquées; on observait aussi qu'il pouvait y en avoir d'aussi grandes chez des individus de même espèce. On ne voit donc pas à quoi peut servir la détermination des nuances dans la température des animaux de même classe. Qu'importerait-il de savoir qu'un animal ait un ou deux degrés, ou quelques fractions de degré plus qu'un autre, s'il n'y a pas de rapport à saisir entre sa température et sa constitution? Aussi n'a-t-on pas poussé bien loin des recherches de cette nature, sans doute parce qu'elles ne paraissent promettre aucun résultat utile. Il y a plus; ni les chaleurs de l'été ni les froids de l'hiver n'ont paru produire un effet sensible sur la température du corps; du moins on n'en a pas constaté, et, s'il en existe réellement, on peut présumer qu'il est très léger, par cela même qu'il a échappé à l'observation. Même dans l'état de maladie, il arrive souvent qu'on ne reconnaît pas de modifications dans la chaleur, et, dans les cas où l'on en observe, elle est ordinairement plus sensible au toucher qu'au thermomètre.

D'après tous ces faits, on voit qu'il n'y a pas de distinction importante à établir par la seule considération de la température habituelle du corps. C'est parce qu'on s'est arrêté à ce phénomène, qui a paru si uniforme ou si peu varié, que nos connaissances sur la chaleur animale sont si bornées, et que les considérations qui y sont relatives occupent si peu de place dans les ouvrages de physiologie et de médecine.

L'observation de la nature, dans les circonstances ordinaires, ne suffit pas à notre instruction. Nous avons besoin de savoir, non-seulement ce qui est, mais ce qui peut être. C'est pourquoi il faut avoir recours à l'art pour faire naître des faits qu'on attendrait longtemps des combinaisons du hasard, ou qui pourraient ne se présenter jamais. Nous nous sommes servi de ces moyens dans nos recherches sur la chaleur des jeunes animaux et des mammifères hibernants, et nous avons vu combien il serait illusoire de conclure de l'égalité de température chez les animaux une égalité de ressources pour la soutenir.

En envisageant ainsi la chaleur animale, on peut découvrir des différences de constitutions qu'il est essentiel de connaître. L'âge, dont nous avons examiné l'influence, n'est certainement pas la seule cause commune à tous les animaux à sang chaud qui modifie le développement de la chaleur. Parmi celles qui appartiennent spécialement à notre sujet, nous examinerons si les saisons ne produisent pas cet effet.

Nous avons dit que l'on n'avait pas remarqué de différences dans la température des animaux à sang chaud en été et en hiver. Mais, comme il ne s'ensuit pas qu'ils ne puissent différer beaucoup à ces deux époques dans la quantité de chaleur qu'ils produisent, ou dans la faculté d'en développer, cette question mérite d'être approfondie.

J'ai été conduit à penser qu'il pourrait en être ainsi, en réfléchissant au changement remarquable que le cours de l'année amène dans la manière d'être des animaux vertébrés à sang froid; changement qui ne résulte pas de l'effet immédiat de la température des diverses saisons, mais de l'action prolongée de la chaleur et du froid, qui a progressivement modifié leur constitution, au point qu'en été et en hiver, placés dans les mêmes circonstances, ils ont une vitalité si différente qu'on ne les prendrait pas pour les mêmes êtres, si l'on n'avait égard à leur forme et à leur structure. Il ne me semblait pas présumable que les autres classes des vertébrés, quoique plus élevées dans l'échelle des êtres, ne changeassent pas aussi de nature sous l'action prolongée de causes aussi puissantes.

Comme il n'existe pas de recherches sur ce sujet, je m'en suis occupé, et je m'y suis livré d'autant plus volontiers qu'il est évidemment lié avec celui de l'influence des climats.

Je me suis proposé d'examiner si, dans les saisons opposées de l'hiver et de l'été, les animaux à sang chaud non hibernants diffèrent dans leur

faculté de produire de la chaleur. Pour en juger, je me suis fondé sur le même principe que dans les expériences précédentes, et j'ai suivi le même procédé.

Il s'agissait de déterminer, en plaçant des animaux de même espèce dans les mêmes conditions de refroidissement en hiver et en été, si leur température baisserait inégalement. Dans ce cas, il s'ensuivrait que leur faculté de produire de la chaleur ne serait pas la même à ces deux époques, en supposant que rien n'ait été négligé pour rendre les expériences comparatives.

Cette condition exige d'abord qu'on choisisse des animaux aussi semblables que possible, et que les expériences soient assez nombreuses pour que les différences individuelles n'influent pas essentiellement sur le résultat. Afin que le mode de refroidissement soit le même, il faut avoir égard, non seulement à la température, mais à l'humidité de l'air, qui doit être la même dans les deux cas: car une différence dans l'état hygrométrique de l'air en produirait une dans l'évaporation qui se fait aux surfaces pulmonaire et cutanée, et, par conséquent, dans les quantités de chaleur enlevées.

L'appareil consistait dans des vases de verre de la capacité de cent dix-sept centilitres, placés dans un mélange réfrigérant de sel et de glace. L'air ainsi refroidi arrive bientôt à l'humidité extrême, effet que produit toujours un abaissement suffisant de la température. L'air étant à zéro, l'animal est

introduit, et posé sur un diaphragme de gaze, lui éviter le contact du verre refroidi par la glace. Un couvercle chargé de glace est placé sur le vase, mais de manière à permettre le renouvellement de l'air pour le libre exercice de la respiration; et, afin d'assurer davantage la pureté de l'air que la formation d'acide carbonique pourrait altérer, s'il ne se dissipait pas assez promptement, une dissolution concentrée de potasse caustique capable de l'absorber occupe le fond du vase, et agit facilement à travers le tissu léger du diaphragme. Les détails numériques sont consignés dans les tableaux. Je dirai seulement les résultats généraux.

En hiver, au mois de février, l'expérience fut faite en même temps sur cinq moineaux adultes. Au bout d'une heure, ils n'avaient subi, l'un dans l'autre, qu'un abaissement de 0°,4, ou moins d'un demi degré, les uns n'ayant rien perdu, les autres seulement 1°. Leur température resta ensuite stationnaire jusqu'à la fin de l'expérience, qui dura trois heures. Au mois de juillet je fis la même épreuve sur quatre animaux de cette espèce. Leur température, au bout de la première heure, avait subi un abaissement dont le terme moyen était de 3°,62; à la fin de la troisième heure le terme moyen de leur refroidissement était de 6° au-dessous de leur température primitive. Dans une autre série d'expériences faites au mois d'août suivant, sur six individus de même espèce, le terme moyen de leur

refroidissement, à la fin de la première heure, était de 1°,62, et après trois heures de 4°,87.

Ces expériences font voir qu'il y a un changement considérable dans la constitution de ces animaux à sang chaud par l'influence des saisons; que l'élévation soutenue de la température diminue leur faculté de produire de la chaleur, et que l'état opposé de l'atmosphère l'augmente, pourvu que le froid ne soit pas trop rigoureux; car il est évident qu'il en résulterait un effet contraire. Je ne ferai pas ici d'autres observations sur ce fait dont on sentira assez l'importance; nous y reviendrons lorsque nos recherches sur l'influence d'autres agents physiques nous fourniront l'occasion de vérifier ce résultat par d'autres méthodes.

CHAPITRE IV

DE L'ASPHYXIE

Après avoir examiné quelques-uns des principaux rapports de la chaleur avec l'économie animale, nous passerons à un autre agent physique qui n'exerce pas une moindre influence sur la vie. Je veux parler de ce fluide transparent, invisible, élastique qui environne toute la surface de notre globe, dont il forme l'atmosphère.

Toutes les sciences exactes ont concouru pour en assigner les limites sensibles, en mesurer l'étendue, en évaluer le poids; pour apprécier la force de son ressort, le rapport suivant lequel il s'étend ou se resserre à différentes hauteurs; la vitesse de ses courants et de ses ondulations, et surtout pour distinguer dans ce monde invisible les éléments divers qui le composent et leur action réciproque.

Il semblerait que cette multitude de connaissances n'a pu être le fruit que d'une longue suite de siècles; l'antiquité cependant les ignorait presque toutes, et le plus grand nombre de ces faits n'a été recueilli que dans ces derniers temps.

Apprécier l'influence de l'atmosphère sur la vie était donc une chose impossible avant ces découvertes; car comment rapporter des effets, quelque sensibles qu'ils fussent, à des agents qu'on ne savait apprécier? Déjà de belles applications ont été faites; mais il en reste encore beaucoup à faire, et les recherches qu'elles exigent demanderont beaucoup de temps.

La première connaissance qu'on ait acquise sur les rapports de l'air avec l'économie animale était la plus importante: c'est la nécessité de ce fluide pour entretenir la vie, et cette nécessité est telle que l'homme, et les animaux qui s'en rapprochent le plus par leur structure, périssent presque aussitôt qu'il vient à leur manquer. Trois ou quatre minutes suffisent pour les priver de tout sentiment et de tout mouvement apparent, et, quoiqu'il en

subsiste encore quelques faibles restes à l'intérieur, ils ne tardent pas à s'éteindre entièrement. Cette cessation du sentiment et des mouvements extérieurs est ce qu'on appelle « mort apparente », qui, en ce cas, diffère peu de la « mort réelle ». Telle est la force avec laquelle la privation d'air tend à anéantir la vie, que les animaux d'une masse colossale, ou doués de la plus grande énergie musculaire, succombent à peu près aussi promptement que des animaux plus faibles et de petite stature.

On serait tenté de croire que des animaux à sang chaud, qui sont habituellement dans la nécessité de plonger sous l'eau pour y poursuivre leur proie ou se soustraire à leurs ennemis, acquéraient, par l'habitude de suspendre leur respiration, la faculté de résister beaucoup plus longtemps à la privation d'air. Pour m'assurer du fait, j'ai submergé une poule d'eau: au bout d'environ trois minutes, elle n'avait plus ni sentiment ni mouvement. D'autres oiseaux, à la vérité, périssent plus tôt, d'autres peut-être survivront plus longtemps; mais on voit par cet exemple combien l'habitude, qui, en général, modifie si puissamment l'économie, la sert peu dans cette occasion.

L'espoir de modifier les animaux de manière à leur faire supporter beaucoup plus longtemps la privation d'air, conduisit Buffon à faire une découverte très importante relativement aux jeunes animaux. Voici le fait tel qu'il le rapporte.

« J'avais pris la précaution de mettre une grosse

chienne de l'espèce des plus grands lévriers dans un baquet rempli d'eau chaude; et, l'ayant attachée de façon que les parties de derrière trempaient dans l'eau, elle mit bas trois chiens dans cette eau, et ces petits animaux se trouvèrent, au sortir de leur enveloppe, dans un liquide aussi chaud que celui d'où ils sortaient. On aida la mère dans l'accouchement; on accommoda et on lava dans cette eau les petits chiens; ensuite on les fit passer dans un plus petit baquet rempli de lait chaud, sans leur donner le temps de respirer, Je les fis mettre dans du lait au lieu de les laisser dans l'eau, afin qu'ils pussent prendre de la nourriture, s'ils en avaient besoin. On les retint dans le lait où ils étaient plongés, et ils y demeurèrent pendant plus d'une demi-heure; après quoi, les ayant retirés les uns après les autres, je les trouvai tous trois vivants. Ils commencèrent à respirer et à rendre quelque humeur par la gueule; je les laissai pendant une seconde demi-heure, et les ayant ensuite retirés, il y en avait deux qui étaient vigoureux et qui ne paraissaient pas avoir souffert de la privation d'air; mais le troisième me paraissait être languissant. Je ne jugeai pas à propos de le replonger une seconde fois; je le fis porter à la mère: elle avait d'abord fait ces trois chiens dans l'eau, et ensuite elle en avait encore fait six autres. Ce petit chien, qui était né dans l'eau, qui d'abord avait passé plus d'une demi-heure dans le lait avant d'avoir respiré et encore une autre de-

mi-heure après avoir respiré, n'en était pas fort incommodé; car il fut bientôt rétabli sous la mère, et il vécut comme les autres. Des six qui étaient nés dans l'air, j'en fis jeter quatre, de sorte qu'il n'en restait alors à la mère que deux de ces six, et celui qui était né dans l'eau. Je continuai ces épreuves sur les deux autres qui étaient dans le lait; je les laissai respirer une heure environ; ensuite je les fis mettre de nouveau dans le lait chaud, où ils se trouvèrent plongés pour la troisième fois. Je ne sais s'ils en avalèrent ou non; ils restèrent dans ce liquide pendant une demi-heure, et lorsqu'on les en tira, ils paraissaient être presque aussi vigoureux qu'auparavant. Cependant les ayant fait porter à la mère, l'un d'eux mourut le même jour; mais je ne pus savoir si c'était par accident ou pour avoir souffert dans le temps qu'il était plongé dans la liqueur et qu'il était privé d'air. L'autre vécut aussi bien que le premier, et ils prirent tous deux autant d'accroissement que ceux qui n'avaient pas subi cette épreuve. »

Ce fait, consigné dans l'histoire de l'homme, fut longtemps négligé, et il ne paraît même pas avoir été présent à l'esprit de Le Gallois, quoiqu'un fait de même nature fût le point de départ de ses belles recherches.

« Il y a quelques années, dit ce célèbre physiologiste, qu'un cas particulier d'accouchement, arrivé sous mes yeux, me fit désirer de connaître combien de temps un fœtus à terme peut vivre

sans respirer, à dater du moment où, par une cause quelconque, il a cessé de communiquer avec sa mère. Mais ce fut vainement que je cherchai à m'éclaircir dans les auteurs. Je n'y trouvai que des opinions contradictoires appuyées les unes sur quelques faits inexacts ou trop légèrement observés; les autres sur des idées systématiques. Dès lors je résolus de consulter moi-même la nature en me livrant à une suite d'expériences sur les animaux.»

Il fit ces recherches principalement sur des lapins, et reconnut que, lorsqu'il les privait de la respiration en les plongeant sous l'eau, la durée moyenne de leur vie était de près d'une demi-heure, ou plus exactement de vingt-huit minutes. Cependant cette faculté de résister longtemps à la privation d'air diminue rapidement avec les progrès de l'âge. Le Gallois a observé qu'au bout des cinq premiers jours les jeunes lapins plongés sous l'eau ne vivent plus que seize minutes. Après le même espace de temps, ils sont réduits à cinq minutes et demie; et, lorsqu'ils sont âgés de quinze jours, ils ont alors atteint la limite que les animaux à sang chaud adultes ne peuvent guère dépasser, lorsqu'ils sont soustraits à l'action de l'air.

D'après les résultats de ces expériences, on serait porté à croire que la durée de la vie des mammifères nouveau-nés est d'environ une demi-heure: c'est l'impression qui reste après la lecture de l'ouvrage de Le Gallois, et cependant un fait qu'il y a consigné ne s'accorde pas avec cette mesure; il

m'était échappé lorsque je répétai ces expériences sur différentes espèces de mammifères nouveau-nés, et je fus fort surpris de voir que le cochon d'Inde à sa naissance, lorsqu'on l'asphyxiait dans l'eau, ne vivait que trois ou quatre minutes de plus que l'adulte; je voyais ici que l'âge n'avait qu'une faible influence sur la durée de l'asphyxie. Je trouvai d'autres espèces où sa durée était aussi très courte. Ces différences me paraissant un phénomène très remarquable, je m'attachai particulièrement à en découvrir la raison.

Les recherches sur les animaux à sang froid m'avaient fait connaître la grande influence que la température exerce sur ce mode d'existence. Ayant ensuite reconnu que les animaux à sang chaud présentaient entre eux des différences marquées dans la production de la chaleur, j'ai pensé qu'il devait en résulter des modifications de leur économie, analogues à celles que la température extérieure produit sur les animaux à sang froid.

Comparons donc entre elles les espèces dont nous venons de parler, et nous verrons que ce rapport se vérifie. D'une part, les chiens, les chats et les lapins nouveau-nés se comportent de la même manière dans l'asphyxie. Dans cet état, ils donnent tous des signes de vie pendant une demi-heure et quelquefois au delà: or, ce sont précisément les espèces chez lesquelles nous avons observé une si faible production de chaleur. Nous avons remarqué précédemment qu'ils se rapprochaient à cet

égard des reptiles et des poissons: nous voyons ici qu'ils leur ressemblent de même dans la faculté de soutenir longtemps la privation d'air, ce qui suppose une liaison intime entre ces deux phénomènes. D'autre part, les cochons d'Inde sont dans la classe de ceux qui produisent le plus de chaleur à leur naissance: aussi n'en ai-je jamais vu qui vécussent plus de sept minutes en les plongeant sous l'eau, et souvent n'atteignent-ils pas cette limite.

Nous verrons mieux la connexion de la chaleur animale et de ce mode de vitalité en suivant les modifications de l'une et de l'autre dans les progrès du premier âge.

Nous avons vu, d'après le tableau de Le Gallois, qu'au bout du cinquième jour, la durée de l'asphyxie est réduite à moitié: or, cette réduction correspond à une élévation sensible de leur température. Il en est de même après le second intervalle de cinq jours; la chaleur s'est beaucoup accrue, et la faculté de vivre sans respirer est considérablement diminuée. En dernier lieu, lorsqu'ils sont parvenus au quinzième jour, époque où ils ont ordinairement une température à peu près semblable à celle des adultes, ils diffèrent peu de ces derniers pour la durée de l'asphyxie.

Les petites différences qui subsistent alors ne méritent plus d'être suivies à cette époque. Quoique légères, elles n'en sont pas moins réelles, et correspondent encore à des différences dans la pro-

duction de chaleur. Toutefois, il est des limites où ces rapports cessent, où des différences assez marquées dans la production de chaleur n'en ont plus de correspondantes dans la durée de la vie lorsque la respiration est suspendue: ces jeunes animaux ne tardent pas à y arriver.

De plus, si l'on examine les premiers jours de la vie, on verra de nouvelles preuves de cette connexion. Au lieu de passer rapidement du premier au cinquième jour, suivons la marche des phénomènes dans cet intervalle.

Lorsqu'on prive les jeunes animaux du contact de l'air, soit au moment de leur naissance, soit à une époque quelconque de la journée, on n'observe guère de différence dans la durée de la vie; il en est de même le second jour et souvent le troisième.

Quelle que soit la révolution que l'exercice de la respiration amène pendant cet espace de temps, la durée de l'asphyxie reste à peu près la même; ensuite elle commence à diminuer et décroît rapidement. Or, la condition dont ce phénomène dépend, nous la retrouvons dans ceux de la chaleur animale. J'en ai précédemment exposé la marche, et l'on peut se rappeler que le premier et le second jour elle ne prend pas d'accroissement très sensible. A cette uniformité, au moins apparente, correspond l'égalité dans la durée de l'asphyxie; mais la chaleur se développe bientôt d'une manière marquée: c'est à cette époque que la vie commence à s'abréger par la privation d'air.

On voit que la division que j'ai établie entre les jeunes mammifères pour la production de chaleur, leur est applicable pour la durée de la vie lorsqu'ils sont privés de la respiration. Cette durée a son « maximum » dans le groupe de mammifères qui produisent le moins de chaleur à leur naissance, et son « minimum » dans celui où ils en produisent le plus.

J'ai fait des recherches semblables sur des oiseaux.

J'ai exposé séparément à l'action de l'air de jeunes moineaux pour comparer leur refroidissement. L'air était à 16° au mois de mai; un d'eux qui, dans une demi-heure, s'était refroidi de 35° à 19°, fut réchauffé ensuite, et lorsqu'il eut repris sa chaleur première, je le plongeai sous l'eau; il y vécut huit minutes: or, les adultes, sous l'eau, ne vivent qu'une minute et quelques secondes. Un autre, dont la température n'avait baissé qu'à 26°, fut réchauffé ensuite et plongé pareillement dans l'eau; il donna des signes de vie pendant quatre minutes seulement. D'autres enfin, perdant peu de leur chaleur par l'exposition à l'air différèrent également peu des adultes dans la durée de la vie dans la condition que je viens d'indiquer. Ces faits suffisent pour établir la dépendance qui existe entre la chaleur animale et la faculté de vivre sans le contact de l'air; mais il est un terme où ce rapport cesse: les animaux y arrivent assez promptement. Les accroissements de la chaleur qui sur-

viennent ensuite n'ont plus d'influence sensible sur la durée de la vie dans l'asphyxie.

Influence de la température extérieure.

Dans les expériences précédentes nous n'avons pas parlé de la température de l'eau dans laquelle la submersion avait lieu. Cette condition influe puissamment sur les vertébrés à sang froid. En sera-t-il de même des animaux à sang chaud ?

Nous allons étudier les effets de la température entre 0° et 40° centigrades, échelle la plus en rapport avec l'économie animale.

J'ai soumis de jeunes chats à des expériences comparatives; j'ai eu soin de les choisir, autant que possible, de même âge, de manière à ce que les différences n'altérassent pas les résultats: ils n'avaient qu'un ou deux jours. Dans de l'eau refroidie à zéro, ils cessèrent de donner des signes de sensibilité et de se mouvoir après 4' 33", terme moyen de neuf expériences. A une température de 10°, la durée de la vie s'étendit à 10' 23". A 20°, elle s'accrut considérablement, et, l'un dans l'autre, ces jeunes animaux vécurent 38' 45"; à 30°, une marche inverse commença à avoir lieu: la durée fut sensiblement moindre; ils ne vécurent que 29'. Enfin, à 40°, elle fut réduite à 10' 27".

C'est donc à 20°, le milieu de cette échelle, que la vie se prolonge le plus, lorsqu'on a supprimé la respiration de ces animaux par la submersion

dans l'eau. Il y a cependant une latitude de 10° au-dessus de ce terme où les différences sont peu marquées. Le décroissement est sensiblement le même de 30° à 40° que de 20° à 10°. A zéro, ces animaux nouveau-nés ne vivent guère plus longtemps que les adultes.

Remarquons d'abord que le degré le plus favorable pour prolonger ce mode d'existence peut, avec raison, être considéré comme une température froide. Un bain à ce degré, qui équivaut à 16° de Réaumur, produit ordinairement sur notre corps une sensation très vive de froid; mais, en faisant abstraction de nos sensations, puisqu'il ne s'agit pas encore de l'homme, cette dénomination de froid n'en est pas moins exacte, puisqu'elle se rapporte à un terme qui est de 20° au-dessous de la température moyenne des animaux à sang chaud. Quoi qu'il en soit de cette expression, l'élévation de la température extérieure au-dessus de ce degré produit ici un effet délétère; il en est de même de l'abaissement: ainsi des températures opposées amènent des résultats analogues, mais dans des proportions différentes. Il faut une étendue de 20° à 40° pour obtenir les mêmes effets que de 20° à 10°. On voit donc qu'à partir du terme le plus favorable à la vie, la température ascendante est moins nuisible que la température contraire.

Des expériences semblables, faites sur de jeunes chiens, etc., de même âge, confirment cette conclusion. Cette influence de la température extérieure

n'est pas bornée à cet âge; elle s'étend à toutes les époques; et quoique, chez les mammifères adultes, et plus encore chez les oiseaux, la vie soit tellement liée à l'action de l'air que, lorsqu'on intercepte ce fluide, elle est si courte qu'elle laisse peu de champ à l'observation, cette action, cependant, est encore sensible.

On voit, par cet ensemble de faits relatifs aux animaux à sang chaud, que la durée de la vie, lorsqu'on supprime le contact de l'air, dépend de deux conditions principales qui se rapportent à la chaleur: d'une part, les diverses mesures dans lesquelles se développe la chaleur chez les individus, et de l'autre, le degré de la température extérieure. La première de ces conditions est propre aux animaux, elle leur est donnée par la nature; la seconde vient du dehors.

CHAPITRE V

DE LA RESPIRATION DANS LA JEUNESSE ET DANS L'AGE ADULTE

En supprimant le contact de l'air, nous avons vu que la vie ne cesse pas à l'instant; qu'à la vérité elle se réduit alors à une très courte durée; mais que les limites dans lesquelles elle se trouve

resserrée ne sont pas invariablement fixées, qu'elles peuvent s'éloigner et se rapprocher dans certaines mesures, suivant des conditions que nous avons cherché à déterminer.

Après avoir ainsi observé comment la durée de la vie se modifie lorsque les animaux sont privés d'air, examinons maintenant l'action de ce fluide, en commençant par les rapports les plus simples.

L'air en contact avec deux surfaces du corps, à l'extérieur avec les téguments, à l'intérieur avec les poumons, agit bien plus puissamment sur les derniers pour entretenir la vie.

A peine a-t-on intercepté l'entrée de l'air dans les poumons des animaux à sang chaud, quoiqu'ils restent en contact avec ce fluide par toute la surface extérieure du corps, qu'ils éprouvent la même gêne que s'ils étaient entièrement plongés sous l'eau; et, si l'on continue à empêcher l'entrée de l'air, ils périssent si promptement qu'on n'a pas observé de différence entre ce mode d'asphyxie et celui qui a lieu par submersion. Si au contraire on supprime le contact de l'air avec la peau par l'immersion dans l'eau, tandis que l'air a un libre accès dans les poumons, il ne paraît en résulter aucun inconvénient, pourvu que la température du liquide soit convenable; ou si l'animal en éprouve quelque gêne, on ne l'attribue pas à la suppression du contact de l'air avec la peau.

Ces faits, connus de tous les temps, ont dû néces-

sairement conduire les hommes à considérer les poumons comme le seul organe destiné à entretenir la vie par le contact de l'air, et à regarder les fonctions de la peau comme nulles à cet égard. Nous admettrons cette opinion pour le moment; nous ne considérerons d'abord que l'organe pulmonaire dans ses rapports avec l'air pour entretenir la vie, et nous examinerons dans la suite si la peau ne participe pas à cette fonction.

Le premier rapport de l'air avec les poumons dépend de leur capacité. Comme ce fluide ne peut agir qu'au contact, il faut aussi considérer l'étendue de la surface avec laquelle il est en rapport; mais la structure des poumons est tellement compliquée, et leurs cellules si petites et si nombreuses, qu'on ne peut en déterminer la mesure exacte. La différence de volume que présentent les animaux à sang chaud indique une différence semblable dans le volume de leurs poumons, et par conséquent dans leurs rapports avec l'air. Mais, lorsqu'on borne la respiration d'animaux de dimensions différentes à l'air contenu dans les poumons, ce qu'on peut faire en liant la trachée-artère, les grands ne vivent guère plus longtemps que les petits. On pourrait en déduire que l'étendue des poumons, chez les animaux de même classe, est proportionnée au volume du corps. Ce n'est qu'un premier aperçu sur lequel nous reviendrons à mesure que l'occasion l'exigera.

La vie ne se prolonge pas par le contact conti-

nué du même air. Il se renouvelle sans cesse; admis dans les poumons par la dilatation de la poitrine, il en est expulsé par un mouvement contraire. La nécessité de ce renouvellement est démontrée par les accidents qui arrivent lorsque, par une cause quelconque, ces mouvements sont suspendus. Cependant tout l'air contenu dans les poumons ne se renouvelle pas par une inspiration et une expiration. Telle est la construction de la poitrine que jamais ses parois ne se rapprochent assez pour produire cet effet. Dans l'instant qui précède l'inspiration, les poumons contiennent beaucoup d'air. L'inspiration, en augmentant la capacité de la poitrine, y admet une nouvelle quantité de ce fluide. L'expiration ramenant cette cavité à ses dimensions premières, en fait sortir une quantité d'air qui sera égale à celle qui vient d'être inspirée, si, dans l'intervalle, cet air n'a subi aucune altération. La portion d'air qui entre et qui sort des poumons, dans ces deux mouvements alternatifs, est celle qui contribue essentiellement à l'entretien de la vie. Tant que l'organisation des poumons et la constitution de l'individu restent les mêmes, cette mesure dépend de l'étendue des mouvements de la poitrine, étendue qui est semblable dans l'inspiration et l'expiration. Chacun sait que l'inspiration peut être plus ou moins grande par l'action de la volonté et d'autres causes inhérentes à l'économie animale.

Il suit de là que la mesure de l'air qui entretient

la vie d'un animal n'est pas constante. Si elle l'était, il nous importerait peu de la déterminer, du moins pour les applications pratiques; car ce qui nous intéresse le plus à savoir est ce que nous pouvons modifier suivant nos besoins.

Ces mouvements respiratoires se reproduisent dans un cours non interrompu; suivant les circonstances, ils sont plus ou moins amples ou rapides, et de là une plus ou moins grande quantité d'air employé dans un temps donné. La volonté n'agit que momentanément pour modifier ces mouvements. Dans le cours habituel de la respiration, ils s'exercent sans l'intervention de cette faculté. En général, ils sont instinctifs ou involontaires, et dans l'état de santé et hors les cas où il existe des causes manifestes de perturbation, ils ont une grande tendance à l'uniformité. Dans les circonstances ordinaires, il y a un certain nombre de mouvements respiratoires sensiblement égaux, qui se reproduisent habituellement dans le même espace de temps. Ce rhythme caractérise la respiration de l'individu: il est nécessaire de le connaître pour juger convenablement des dérangements de sa santé. En ne considérant que cette régularité des mouvements, en faisant abstraction des changements accidentels, on voit qu'il doit y avoir un rapport déterminé entre l'individu et la quantité d'air qui sert à l'entretien de sa vie, tant que sa constitution est la même; mais elle change à différentes époques, ce qui détermine de nouveaux rapports que nous al-

lons examiner. Dans la première jeunesse, il est évident, par les dimensions des poumons, que ces organes ne peuvent pas contenir autant d'air qu'à l'âge adulte, et, quelles que soient les différences qui résultent des mouvements respiratoires, on reconnaît facilement que les quantités absolues d'air employées dans la respiration sont nécessairement moindres dans les premiers temps de la vie. Si l'on veut apprécier les proportions relatives au volume, voici ce que l'on reconnaît, en évitant les difficultés inextricables où l'on s'engagerait par la recherche d'une mesure exacte.

A en juger par la simple vue, la proportion des poumons relative à celle du tronc diffère peu suivant l'âge. En admettant que ces organes sont relativement plus petits dans la jeunesse, il y a incontestablement, dans la rapidité des mouvements respiratoires, une disproportion qui peut au moins compenser cette différence. Si la capacité des poumons est un peu moindre, la succession des mouvements respiratoires est, en général, plus rapide, de sorte que dans le même espace de temps la quantité d'air qui se met en contact avec la surface pulmonaire d'un jeune animal est proportionnellement égale, sinon supérieure, à celle qui est inspirée par un adulte. Quoi qu'il en soit de ce rapport, il est certain au moins que, pour un grand nombre d'espèces le renouvellement de l'air dans la respiration est plus fréquent dans la jeunesse, et surtout dans les premiers temps, que dans un âge plus avancé.

La nécessité du renouvellement de l'air suppose quelque altération de ce fluide. Il en est deux qui ont évidentes. L'air inspiré devient plus chaud lorsque la température de l'atmosphère est au-dessous de celle du corps, ce qui a presque toujours lieu; et de plus il se charge de vapeurs qui, en sortant de la poitrine, deviennent sensibles lorsqu'on respire dans un air froid. Mais ces altérations physiques ne sont que d'une importance secondaire.

On a reconnu que, lorsqu'un animal est renfermé dans une quantité limitée d'air, il en altère la composition chimique, et l'on a déterminé la nature de ce changement. On sait que l'air atmosphérique est un mélange de deux gaz, l'oxygène et l'azote, qui se trouvent réunis dans des proportions constantes. Dès qu'il est inspiré, ces proportions changent: celle de l'oxygène diminue; la quantité qui disparaît est remplacée, en tout ou en partie, par du gaz acide carbonique. L'air est expiré dans cet état. Comme il n'est pas de mon sujet d'entrer ici dans un examen approfondi des changements chimiques de l'air, je me contente d'exposer ce qu'il y a de plus certain sur cette matière, me proposant de la traiter plus à fond dans une autre occasion.

C'est un fait constaté que l'altération de l'air par la respiration consiste principalement dans la conversion d'une grande partie de l'oxygène en acide carbonique. Il est facile, d'après cet exposé, de se rendre compte de ce qui se passe dans une quantité limitée d'air renfermée de toutes parts, dans

laquelle respire un animal à sang chaud. A mesure qu'il y respire, il diminue la proportion d'oxygène, qu'il remplace, en tout et en partie, par de l'acide carbonique. Cette altération est successive, et, lorsqu'elle est arrivée à un certain terme, l'air n'est plus propre à l'entretien de la vie, et l'animal périt alors comme s'il était privé du contact de l'air. Il y reste encore un peu d'oxygène; mais la proportion en est trop petite pour entretenir la vie des animaux à sang chaud. Ce degré d'altération est mortel pour tous; si l'on y introduit un mammifère ou un oiseau en santé et plein de vigueur, il succombe à peu près dans le même espace de temps que s'il était plongé sous l'eau. Tous les animaux à sang chaud de même classe qui respirent dans une quantité limitée d'air, le portent, à peu de chose près, au même degré d'altération. Il existe, à la vérité, des différences, mais elles sont légères: nous les exposerons ailleurs; nous pouvons, pour le moment, en faire abstraction, et considérer la limite comme sensiblement la même pour tous.

Nous voyons, par cet exposé, que l'air qui sert à la respiration s'altère jusqu'à ce qu'il ne soit plus propre à l'entretien de la vie; dans ce sens il se consomme: c'est ainsi que nous exprimerons cet emploi de l'air; c'est sous ce rapport que nous allons l'envisager. Reprenons l'expérience précédente. Nous avons dit que les animaux à sang chaud, dans leur état de santé et de vigueur, lors-

qu'ils sont renfermés dans une quantité limitée d'air, l'altèrent à peu près au même degré. L'espace de temps qu'ils y vivent est déterminé par la respiration, sujet qui mérite une attention spéciale. En comparant deux individus, on conçoit facilement que cette consommation peut ne pas dépendre uniquement de la proportion dans laquelle l'air est admis dans les poumons. Puisqu'il y a altération par le contact, on peut la supposer plus ou moins grande, suivant la constitution de l'individu, la quantité d'air respiré étant la même de part et d'autre.

J'ai établi cette comparaison entre des individus de même espèce, qui présentaient entre eux la plus grande égalité de volume, de mouvements respiratoires, et qui se ressemblaient, autant que possible, sous tous les autres rapports. Cette conformité se rencontre le plus souvent chez les animaux de petite espèce. Je plaçai des moineaux dans des vases de même forme et de même capacité, contenant chacun un litre d'air, renversés sur le mercure. Pour établir plus d'égalité dans les conditions, je faisais les expériences simultanément, pour qu'il n'y eût pas de différences dans la température, la pression, l'humidité de l'air, etc. Je notai l'époque de leur introduction et le moment de leur mort. Dans un grand nombre d'expériences j'ai constaté qu'ils diffèrent quelquefois beaucoup entre eux pour la durée de la vie dans la même quantité d'air; que la plus courte et la plus lon-

gue durée pouvaient différer d'un tiers: cependant ils altèrent l'air à peu près au même degré, de sorte que la durée de la vie diffère principalement par la consommation plus ou moins rapide de l'oxygène.

Comme l'expérience se complique de la présence de l'acide carbonique, qui remplace en tout ou en partie l'oxygène qui se consomme, on pourrait attribuer à l'action de ce gaz, variable suivant la sensibilité des individus, une différence dans les mouvements respiratoires, qui influerait sur la vitesse avec laquelle ils consomment l'air, et diminuerait ainsi les durées respectives de leur vie. La présence de ce gaz influe incontestablement sur les mouvements respiratoires; mais je me suis assuré que les différences que nous avons rapportées, dans la consommation plus ou moins rapide de l'air, sont indépendantes de cette cause. Elles avaient lieu lors même qu'en changeant le procédé, j'employais les moyens nécessaires pour absorber l'acide carbonique à mesure qu'il se formait.

Si maintenant on se rappelle l'attention qu'on a portée au choix des animaux, pour qu'il y eût entre eux la plus grande parité dans le volume du corps et les mouvements de la poitrine, il faudra admettre d'autres causes dépendantes des constitutions individuelles, qui influent sur la consommation plus ou moins rapide de l'air. En effet, la capacité de la poitrine, et les mouvements respiratoires sont des conditions physiques qui règlent la

quantité d'air qui se met en contact avec les poumons dans un temps donné. La quantité et la nature du sang, etc., sont des conditions physiologiques qui déterminent les altérations chimiques; celles-ci peuvent avoir lieu dans de plus ou moins grandes proportions, suivant la constitution de l'individu; en sorte que deux animaux de même espèce et de mêmes dimensions qui, dans des temps égaux, respirent la même quantité d'air, pourront le consommer dans des proportions différentes.

Ce fait nous présente un nouveau point de vue sous lequel nous allons considérer les rapports de l'air avec l'économie animale.

Puisque la nature de la constitution influe sur la rapidité avec laquelle l'air se consomme, nous allons étudier les changements de cette espèce qui surviennent chez le même individu par les progrès de l'âge.

Avant d'exposer les recherches que j'ai faites à ce sujet, sur lequel nous manquions de connaissances positives, voyons ce que l'on pourrait présumer d'après les caractères sensibles qui distinguent la jeunesse de l'âge adulte. Dans la jeunesse tout paraît tendre au développement et à l'accroissement du corps. La digestion est plus prompte, les besoins sont plus pressants et plus répétés, les réparations plus rapides, et lorsque l'on considère la nécessité de l'air pour l'entretien de la vie, on peut supposer que la consommation de ce fluide est relativement plus grande dans le premier âge.

On serait d'autant plus porté à le croire que la rapidité des mouvements respiratoires semble indiquer un plus grand besoin de ce fluide.

Mais toutes ces considérations ne peuvent nous dispenser d'avoir recours à l'expérience pour vérifier cette conjecture. Nous connaissons si peu les conditions qui influent sur la consommation d'air, que nos raisonnements sur cette matière pourraient facilement nous induire en erreur.

En établissant une comparaison entre les jeunes animaux et les adultes qui respirent dans une quantité limitées d'air, il y a plusieurs précautions à prendre pour parvenir à des résultats utiles. Il faut éviter de comparer ceux chez qui l'âge amène une grande différence de volume. Comme les dimensions du corps influent sur les quantités d'air inspirées, et que, toutes choses égales d'ailleurs, plus on inspire d'air, plus on en consomme, il faut, autant que possible, réduire cette cause de complication. Dans la comparaison des âges, il s'agit de déterminer l'influence qui dérive de la constitution et non de la différence de volume. Mais, comme l'accroissement du corps et les changements de la constitution sont inséparables pendant une certaine période de la vie, il convient de choisir des espèces dont la structure varie le moins par les progrès de l'âge, et chez lesquelles les autres différences sont plus prononcées: les corrections à faire en raison du volume entraîneront moins d'erreurs. Les espèces qui ont servi aux expériences

précédentes réunissent ces avantages. Pour simplifier encore le parallèle, lorsqu'on fait respirer des individus de différents âges dans une quantité donnée d'air, il faut supprimer l'acide carbonique à mesure qu'il se forme.

L'expérience a été faite dans des vases contenant un litre d'air, renversés sur une dissolution de potasse caustique, capable d'absorber l'acide carbonique. L'animal y était placé sur un diaphragme de gaze. J'ai employé des jeunes moineaux qui paraissaient âgés de huit ou dix jours: leur volume était de 2 cent., et celui des adultes de 4 cent. 2. Cette différence dans les dimensions pouvait seule suffire pour que la même quantité d'air fût consommée plus vite par les plus grands, et il ne devait pas paraître extraordinaire qu'ils mourussent plus tôt. La durée moyenne de la vie fut de 1 h. 30 m. 52 s.; mais les jeunes moineaux prolongèrent leur existence d'une manière si disproportionnée que je ne pus le voir sans étonnement: ils vécurent, terme moyen, 14 h. 49 m. 40 s.

On reconnaît de suite que le rapport de leur volume que je viens d'indiquer ne correspond pas à la différence dans la durée de la vie. Dans les derniers temps de l'expérience, lorsqu'ils ont altéré l'air au point qu'il ne sert plus à l'entretien de la vie, supposons qu'ils vivent encore ce qu'ils peuvent vivre quand ils sont privés d'air. Nous avons vu dans le chapitre précédent sur l'asphyxie que ce temps est plus long pour les jeunes que pour

les adultes. Mais le maximum pour cette espèce, d'après les expériences que j'ai rapportées, est de sept minutes. Il est évident qu'en tenant compte de toutes ces différences, et en faisant les corrections qu'elles exigent, les jeunes moineaux ont vécu beaucoup plus longtemps dans la même quantité d'air, et que par conséquent leur consommation d'air est relativement moindre.

Quelle est la modification de l'économie animale dépendante de l'âge qui est en rapport avec cette différence dans la consommation de l'air? La différence la plus saillante dans la constitution des jeunes animaux et des adultes consiste, comme nous l'avons fait voir précédemment, dans leur production de chaleur. C'est dans les premiers temps de la vie que les animaux à sang chaud en développent le moins: aussi est-ce à cette époque que nous voyons que les jeunes oiseaux ont consommé l'air si lentement.

Pour vérifier ce rapport dans les circonstances les plus propres à nous donner un résultat satisfaisant, j'ai continué mes recherches sur la même espèce à des âges plus rapprochés. Leur accroissement est si rapide qu'à peine commencent-ils à manger seuls qu'ils ne diffèrent guère des adultes dans les dimensions du corps. Leur température se soutient alors à l'air libre: c'est lorsqu'ils sont arrivés à cette époque que je les ai comparés aux adultes. Cinq de ces jeunes animaux, placés dans un litre d'air, sur un diaphragme de gaze, au-dessus

d'une forte solution de potasse caustique, y ont vécu, terme moyen, 2 h. 39 m., et les adultes, dans les mêmes circonstances, seulement 1 h. 32 m. Il n'y a pas ici de compensation à faire, pour le volume ni pour la différence, dans la durée de la vie, après que l'air est devenu impropre à la respiration. Ces conditions sont égales de part et d'autre, ou trop peu différentes pour qu'il faille en tenir compte: mais elles diffèrent essentiellement dans la production de chaleur, et nous voyons que ces jeunes oiseaux, qui en produisent beaucoup moins, consomment l'air plus lentement.

Il résulte de ces deux séries d'expériences que les individus de cette espèce, considérés à trois époques de la vie, ont progressivement consommé plus d'air à mesure qu'ils développent plus de chaleur, en tenant compte des différences de volume et des mouvements respiratoires.

J'ai étendu ces recherches aux mammifères, en suivant un procédé différent: je n'indiquerai que le résultat. J'ai placé sur le mercure, dans des vases contenant la même quantité d'air, de petits chiens de un ou deux jours, et des cochons d'Inde âgés d'environ quinze jours. Je retirai les chiens au bout de quatre heures cinquante-neuf minutes, et les cochons d'Inde après une heure quarante-deux minutes. Par l'analyse de l'air, je trouvai que le terme moyen des quantités d'oxygène consommé était sensiblement le même. En ne considérant que la différence de volume, la consommation d'air

par les jeunes chiens aurait dû être plus rapide, parce qu'ils étaient plus grands; mais, lorsqu'on se se rappelle que nous avons établi précédemment que les jeunes chiens, à leur naissance, produisent beaucoup moins de chaleur que les cochons d'Inde, l'on voit ici se reproduire le même rapport que nous avons déterminé entre les moineaux de différents âges, dont la consommation d'air s'accroît avec la production de chaleur.

Ce résultat de la comparaison de la respiration à différentes époques de la vie, depuis les premiers temps jusqu'à l'âge adulte, est différent de l'opinion qu'on aurait pu se faire, d'après la considération de la vitesse des mouvements respiratoires, de la circulation et de l'activité de la nutrition. Il diffère, en effet, de l'opinion générale. On se fondait aussi sur la supposition que, dans la jeunesse, le développement de chaleur est plus grand; mais, comme j'ai fait voir que le contraire a lieu, la consommation d'air, relativement moindre dans la jeunesse que dans l'âge adulte, n'a plus rien d'étrange. Ce fait rentre, au contraire, dans l'ordre connu. N'est-ce pas le même rapport qu'on a observé depuis longtemps entre les vertébrés à sang froid, et les animaux à sang chaud? N'en est-il pas de même de la comparaison des mammifères et des oiseaux? Les poissons et les reptiles, animaux à sang froid, ne consomment-ils pas beaucoup moins d'air que les autres classes des vertébrés, animaux dont la chaleur est très élevée? Et, parmi ceux-ci, n'a

-on pas reconnu que les mammifères, en général, développent moins de chaleur que les oiseaux, et qu'ils consomment moins d'air? Ainsi, les faits que j'ai présentés relativement à la respiration des jeunes animaux, bien loin d'être des exceptions, ont, au contraire, parfaitement conformes à la règle générale. J'observerai de plus que mes recherches sur cette fonction et celles que j'ai faites sur la chaleur des jeunes animaux, se confirment réciproquement.

CHAPITRE VI

DE L'INFLUENCE DES SAISONS SUR LA RESPIRATION

Il arrive, dans le cours des saisons, plusieurs changements dans l'atmosphère, qui peuvent influer sur la respiration: les variations de température, de pression, de densité de l'air.

Considérons les effets des divers degrés de densité de l'air sur la consommation de ce fluide par la respiration, abstraction faite des autres modifications de l'atmosphère. On sait qu'on peut faire périr promptement des animaux à sang chaud, placés sous le récipient de la machine pneumatique, en raréfiant l'air qu'ils respirent. Certes, la raréfaction de l'air ne produit pas un effet unique;

mais, de quelque manière qu'elle agisse d'ailleurs on ne peut attribuer la promptitude de la mort qu'à ce que l'air dilaté est consommé en moindre proportion, au point qu'elle ne suffit plus à l'entretien de la vie.

Quoique le fait que je viens de citer ne prouve pas directement que la raréfaction de l'air diminue la consommation de ce fluide, cependant on n'a pas laissé de l'admettre comme suffisant. Si le lecteur en voulait la preuve fondée sur l'analyse, je citerais les Mémoires de Le Gallois sur la respiration. Faisant des recherches sur différents moyens de limiter la consommation de l'air, pour en constater les effets sur la chaleur animale, il a été conduit à examiner l'influence de l'air raréfié. Il a vu que la production d'acide carbonique diminuait par la raréfaction. Nous supposons ici que la température n'y soit pour rien. Il est vrai que l'air se refroidit par cela même qu'il se dilate; mais le refroidissement qui accompagne la raréfaction de l'air dans le récipient de la machine pneumatique est trop peu considérable pour lui attribuer une part sensible dans les effets marqués de l'air raréfié sur la respiration.

De cette condition, que nous considérerons comme simple, nous passerons à une autre qui est compliquée.

Lorsque la température de l'air change, sa densité change aussi. Le froid le contracte, la chaleur le dilate. Nous avons parlé des effets que les chan-

gements de densité produisent sur la consomma-ion d'air. Quelle sera l'action propre de la tempé-rature? Il faut ici écarter un mode d'action bien connu, son influence sur les mouvements respira-toires et sur ceux du cœur. Il est évident que, si e changement de température est tel qu'il accélère ou ralentit ces mouvements, en vertu de ces effets, l tendra à augmenter ou à diminuer la consomma-ion d'air. Mais ce n'est pas ainsi que je veux en-visager l'action de la température: ce résultat n'a ieu que dans les cas extrêmes; il y a des limites le chaleur et de froid dont les degrés intermé-liaires ne dérangent pas sensiblement les mouve-nents du thorax et du cœur. Chez les animaux à sang chaud, les constitutions saines et appropriées u climat n'éprouvent guère de changement nota-ole dans le rythme de ces mouvements, durant le ours des saisons, hors des cas extrêmes, dont nous avons parlé plus haut.

Lorsque la température n'agit pas de la sorte ur ces organes, et c'est ce qui arrive ordinaire-nent, ne peut-elle pas avoir, suivant son degré, ne influence sur la consommation d'air, pour l'aug-nenter ou la diminuer? Par exemple, l'air étant lus rare en été, et en même temps plus chaud, nais à un degré qui ne change pas les mouvements lu thorax et du cœur, quel sera l'effet de cette élé-ation de température? La raréfaction, lorsqu'elle st assez considérable, diminue la consommation le l'air: la chaleur agira-t-elle dans le même sens

où en sens inverse, ou sera-t-elle sans influence sur le phénomène? Je ne connais pas d'expériences où l'on ait apprécié la part respective de ces deux agents; mais il en est qui donnent le résultat de leurs actions réunies.

Crawford a fait respirer des cochons d'Inde dans de l'air à différentes températures. L'analyse de l'air lui a fait connaître qu'il s'était formé plus d'acide carbonique dans l'air froid à la température d'environ 8° C. que dans l'air chaud, à peu près à 35°; mais, l'air froid étant plus dense, l'air chaud plus raréfié, ce changement de densité pourrait seul produire les effets observés par Crawford.

Toutefois, si ces expériences étaient bien faites et assez répétées, leur résultat serait important. Il nous apprendrait que, dans un air chaud et raréfié au degré indiqué, la consommation d'air est moindre que dans un air froid et dense, tel qu'il l'était dans les recherches de Crawford. Ces différences de température se reproduisent dans le cours des saisons.

Le résultat de ces expériences peut être vrai, mais il faut avouer qu'elles ne sont ni assez nombreuses, ni fondées sur des procédés assez exacts pour qu'on puisse l'adopter avec sûreté, d'autant plus que Delaroche a obtenu des résultats variables dans l'un et l'autre sens.

Quelque intérêt qui soit attaché à la solution de cette question, qui, par les raisons que je viens

l'indiquer, reste encore indécise, je ne la traiterai as ici, parce qu'elle exige l'emploi de méthodes ue j'ai réservées pour un autre ouvrage. Je m'en uis occupé avec beaucoup de soin; je donnerai es faits que j'ai constatés lorsque je traiterai spé- ialement des altérations de l'air par la respiration.

Mais il est une question, touchant l'influence des aisons sur cette fonction, que je vais examiner ci; elle est d'une plus grande importance, et peut tre décidée en employant les procédés qui nous nt déjà servi.

Il s'agit de savoir si, par le changement des sai- ons, la constitution n'éprouve pas des modifica- ions telles qu'en supposant l'air dans le même tat de densité, de température, etc., il ne serait as consommé dans des proportions différentes aux eux époques.

Les faits précédemment établis, et les rapports ue nous y avons aperçus, nous mettent à même e prévoir, avec une grande vraisemblance, le ré- ultat de l'expérience. En suivant les changements ui surviennent chez les animaux à sang chaud par es progrès de l'âge, nous avons vu qu'à différen- es époques, depuis leur naissance jusqu'à l'âge dulte, la consommation d'air augmente, toutes cho- es égales d'ailleurs, avec le développement de la haleur. Cette relation entre la respiration et la roduction de chaleur est conforme à ce que nous vons déjà observé entre des animaux de classes ifférentes, tels que les vertébrés à sang froid com-

parés aux animaux à sang chaud, et les mammi fères aux oiseaux. On doit donc s'attendre à ce que cette correspondance se reproduise dans d'autres cas où on ne l'aurait pas encore observée, par exemple, dans celui que nous nous sommes proposé d'examiner.

Nous avons fait voir, dans un des chapîtres précédents, que, chez les animaux à sang chaud qui jouissent de toute leur activité, et dont la constitution est appropriée au climat, la faculté de produire de la chaleur est plus grande en hiver qu'en été, condition qui doit influer sur la consommation d'air, et la rendre, toutes choses égales d'ailleurs, plus grande en hiver qu'en été, s'il existe réellement une liaison intime entre les deux fonctions.

Supposons, par exemple, qu'on fasse deux séries d'expériences, l'une en hiver, l'autre en été, sur des individus de même espèce, renfermés chacun dans un vase contenant la même quantité d'air, toutes les conditions de ce fluide étant les mêmes pour tous, ils y vivront d'autant plus longtemps qu'ils consommeront moins d'air dans un temps donné. Si leur constitution est telle en hiver que leur consommation d'air soit plus grande à cette époque, il s'ensuit qu'ils vivront moins longtemps dans la série d'expériences faites dans cette saison, si aucune cause étrangère et perturbatrice n'empêche ce résultat. Pour qu'on puisse y compter et qu'on ne l'attribue pas à des différences in

ividuelles, il faut les compenser par un nombre uffisant d'expériences dans chaque série.

J'ai fait, au mois de janvier 1819, une suite d'ex-ériences sur six bruants, renfermés chacun dans n vase contenant 117 centilitres d'air, placé sur mercure, avec un diaphragme de gaze pour sou-nir l'animal. J'ai porté la température de l'air à)° et 21° pour égaler une température modérée en é. Le terme moyen de la durée de leur vie dans tte quantité d'air fut de 1 h. 2 m. 25 s.. Au mois août et de septembre, je répétai les mêmes ex-ériences à la même température, sur treize indi-dus de même espèce. Le terme moyen de la du-e de leur vie fut alors de 1 h. 22 m. Voilà une fférence considérable, précisément dans le sens ue nous avons présumé. La durée de la vie a été us courte en hiver, parce que la consommation air a été plus grande dans un temps donné.

Mais ne nous arrêtons pas à ces résultats; il faut s multiplier avant de pouvoir s'y reposer avec nfiance.

Dans le mois de janvier de la même année, je fis même expérience sur quatre verdiers: ils vécu-nt l'un dans l'autre 1 h. 9 m. 15 s. Au mois d'août ivant, n'ayant pu m'en procurer un plus grand mbre, je ne fis l'expérience que sur deux: l'un cut 1 h. 30 m., et l'autre 1 h. 36 m. Je ne rapporte résultat que parce qu'il sert à confirmer le pré-dent: seul, il serait absolument insuffisant.

Au lieu de multiplier les faits en me servant du

même procédé, j'ai cru pouvoir donner une nou velle valeur à la vérification de cette influence de saisons, en changeant de méthode. J'ai voulu sim plifier l'expérience: elle avait été faite sur le mer cure. L'acide carbonique, formé pendant la respi ration restait dans le vase, et faisait partie de l'ai respiré. Je me suis proposé, dans une autre séri d'expériences comparatives dans les deux saisons de supprimer cette cause de complication, en pla çant les vases sur une forte dissolution de potass caustique, capable d'absorber le gaz acide carboni quie qui se produisait.

Ayant fait cette modification au procédé, je ré solus de l'appliquer à un grand nombre d'indivi dus. A la fin de décembre et au mois de janvier j'en fis l'essai sur seize bruants. Les circonstance étaient les mêmes que j'ai déjà indiquées. La du rée moyenne de leur vie fut de 1 h. 7 m. 37 s. L'ét suivant, à la fin d'août et au commencement d septembre, la température étant à 20° et 21°, l même épreuve fut faite sur douze bruants. Mo attente fut également remplie dans cette occasion ils vécurent l'un dans l'autre 1 h. 23 m. 43 s.

Le résultat est ici de même nature que dan toutes les autres séries d'expériences, quoique l méthode soit différente; et cette uniformité, dan les cas multipliés que j'ai rapportés, ne laisse pa de doute sur le changement qui s'est opéré dans l constitution de ces animaux, par l'influence de saisons.

Quelque convaincantes que soient les preuves que nous venons de donner, on ne saurait trop s'assurer de la vérité du fait, en en cherchant d'autres, pourvu qu'elles ne nous écartent pas de la marche que je me suis tracée dans cet ouvrage.

J'ai pensé que les phénomènes que ces animaux présentent pendant qu'ils respirent la même quantité d'air, fourniraient des données propres à nous éclairer sur la manière dont ils consomment l'air dans les deux saisons.

Lorsqu'on respire une quantité limitée d'air, on l'altère, et par la diminution de l'oxygène et par la production d'acide carbonique; dans le cas où ce gaz serait éliminé à mesure qu'il se forme, la diminution successive de la proportion d'oxygène ne tarderait pas de gêner la respiration; et si, dans les premiers temps, cet effet n'est pas sensible, il vient une époque où elle commence à se manifester par l'accélération de la respiration, qui croît avec la cause qui l'a produite. D'autres signes d'une respiration laborieuse se manifestent lorsque la proportion de l'oxygène est considérablement diminuée. Or il était à présumer que, dans la série d'expériences où la consommation d'air serait plus rapide, les signes d'une respiration gênée par la diminution plus prompte de la quantité d'oxygène se manifesteraient plus tôt. Mais il fallait choisir des signes non équivoques, faciles à constater, et qui ne pouvaient être attribués à d'autres causes qu'à celle dont nous voulions apprécier l'effet. Je

n'ai pas jugé à propos de prendre pour terme de comparaison l'accélération des mouvements respiratoires, d'abord parce qu'ils sont équivoques par leur nature, la gêne de la respiration pouvant se manifester, tantôt de cette manière, tantôt par une augmentation dans l'étendue des mouvements, sans qu'il y ait une différence sensible dans leur vitesse; ensuite, ils sont équivoques par les causes qui les produisent. Les individus plus ou moins farouches varient dans l'émotion qu'ils éprouvent lorsqu'on les met en expérience, et de là une différence dans la vitesse de ces mouvements. Ce n'est pas qu'on ne puisse en tirer parti; mais il y avait un autre moyen qui ne pouvait induire en erreur. Dans la gêne extrême de la respiration les oiseaux ouvrent le bec.

Je me suis donc proposé de noter dans les deux saisons le moment où chaque individu donnerait ce signe évident d'une respiration gênée, signe qui devait se manifester d'autant plus vite, que l'animal aurait plus promptement réduit la proportion d'oxygène, et j'ai eu soin de ne le faire que dans les expériences sur la dissolution de potasse, pour que l'air respiré fût, autant que possible, exempt d'acide carbonique. Il est évident qu'il ne fallait établir la comparaison qu'entre les termes moyens des observations faites dans les deux saisons, à cause des différences individuelles qu'il fallait dans ce cas, comme dans les précédents, compenser par le nombre qui forme chaque série. Je

notai donc en janvier, sur dix bruants, l'époque
ù ils commencent à ouvrir le bec dans ce genre
l'expériences que nous avons déjà décrit. Cette
époque, représentée par le terme moyen des épo-
ques individuelles, fut de 0 h. 52 m. 33 s., après
e commencement de l'expérience. Des observations
emblables, faites à la fin du mois d'août et au
ommencement de septembre, sur douze individus
le même espèce et placés dans les mêmes circons-
ances, donnent pour résultat moyen de l'époque
ù ils commencent à manifester le même signe,
. h. 8 m. 55 s., à compter du commencement de
'expérience.

En hiver, les individus de même espèce, placés
lans les mêmes conditions extérieures qu'en été,
nt présenté le même signe évident d'un grand
mbarras de la respiration 16 m. plus tôt qu'en
té. Or, la cause qui produit cette gêne est la mê-
ne, mais à un moindre degré que celle qui occa-
ionne la mort dans les deux cas, la diminution
le la proportion d'oxygène par la consommation
ui s'en fait par la respiration.

La consommation, plus rapide dans les expé-
iences d'hiver, fait que ce signe se manifeste plus
ôt. On ne saurait avoir une preuve plus sensible
l'appui des faits précédents.

Si la quantité d'air, soit par le volume ou la den-
ité, avait été moindre en hiver, tous les effets
ue je viens d'exposer auraient été la suite de
ette différence; du moins il aurait fallu les y rap-

porter. Mais, pour qu'il n'y eût aucun doute à ce égard, j'ai voulu que les conditions fussent plus favorables en hiver. La pression moyenne était la même dans les expériences des deux saisons; mais l'air dont je remplissais les vases en hiver était d'abord plus froid avant de l'échauffer pour le porter à la température d'été, et la différence était telle qu'il y avait réellement plus d'air dans toutes les expériences d'hiver, quoique les animaux y eussent vécu moins longtemps, en prenant, comme je l'ai fait, le terme moyen de leur vie.

Les différences dans les phénomènes de la respiration ne tenant pas à la différence des conditions dans lesquelles les animaux étaient placés, il s'ensuit qu'elles dépendaient du changement survenu dans leur constitution, par l'influence des saisons.

Remarquons surtout que ce changement pouvait être prévu, en le déduisant d'un autre effet qui résulte de l'action des saisons. Nous avions constaté que la faculté de produire de la chaleur chez les animaux à sang chaud dont la constitution est appropriée au climat, était plus grande en hiver qu'en été; et, d'après la relation observée dans d'autres cas entre cette faculté et la consommation de l'air, nous avons pu présumer que, toutes choses égales d'ailleurs, la consommation devait être accrue dans la même saison, avec la faculté de développer la chaleur. Cette vue a été justifiée par le résultat des expériences qu'elle avait suggérées.

CHAPITRE VII

DE LA TRANSPIRATION

Un agent physique ne se borne pas à un seul rapport avec l'économie animale, il peut exercer en même temps diverses influences. Ainsi, l'air atmosphérique, par les qualités qui lui sont propres, a une action vivifiante indispensable à l'entretien de la vie. La respiration est la fonction par laquelle cet effet a lieu. Nous en avons traité dans le chapitre précédent. Mais, en même temps que l'air atmosphérique sert à la respiration, il influe sur la conversion en vapeur d'une partie des liquides contenus dans le corps.

Cette considération nous conduit à l'étude d'une autre fonction, la transpiration, selon qu'elle est affectée par les divers états de l'atmosphère.

En nous occupant des animaux à sang froid, nous en avons déjà traité dans une grande étendue. Ces recherches nous dispenseront de donner la même extension à ce genre d'expériences sur les animaux à sang chaud. Il ne s'agit pas ici de déterminer la nature chimique de l'excrétion qui se fait par la peau et les poumons: pour l'objet que nous nous proposons, il nous suffit de savoir qu'elle est composée d'eau et d'une très petite portion de

matière animale. Que cette matière varie suivant les classes et selon les espèces, ou dans le même individu diversement affecté, toujours est-il vrai que l'eau est un liquide commun à toutes les pertes qui se font par la transpiration, et que la diminution de poids que le corps subit en conséquence porte principalement sur cette partie constituante. Voilà au moins ce qu'il y a de commun à tous les vertébrés, relativement à la nature de la transpiration. Quant à l'action des divers états de l'air pour augmenter ou modérer les pertes qui se font par cette voie, chez les vertébrés à sang froid, on a vu dans les résultats des recherches que j'ai déjà exposés, un des exemples les plus frappants de l'empire que les causes physiques peuvent exercer sur l'économie animale. Elles ont une action uniforme sur tous les animaux de ces classes que j'ai soumis à l'expérience. Les quantités absolues que des espèces différentes perdent dans les mêmes circonstances varient souvent dans des limites très éloignées; mais chaque modification de l'air dont nous avons examiné l'effet agit toujours de même sur tous, soit pour augmenter, soit pour diminuer la transpiration.

Voilà ce qu'il nous importe le plus de savoir, parce qu'il est présumable que cette influence doit s'étendre aux autres animaux, et que nous étudions principalement les espèces pour arriver à des vérités générales.

Les raisons en faveur de cette analogie sont si

fortes, que je me serais à peine déterminé à la vérifier par l'expérience, si je n'avais considéré l'importance du sujet. Les différences qui existent entre les deux groupes d'animaux ont tellement frappé un grand nombre d'esprits, qu'ils ne sont guère disposés à admettre, par induction pour les uns, ce qui a été prouvé pour les autres. Cette réserve, en général, est sage, quoiqu'on puisse la porter trop loin, et se fermer ainsi l'accès à des vérités importantes, qui seraient inabordables par d'autres voies.

Il est d'ailleurs de la nature de ces recherches de soumettre à l'action des mêmes agents extérieurs des animaux pris dans les diverses classes des vertébrés, toutes les fois qu'ils peuvent se prêter au même genre d'expériences.

§ Ier. — Marche de la transpiration dans des temps égaux et successifs

C'est pourquoi nous reprendrons la même série de recherches sur la transpiration des animaux à sang chaud, que nous avons faites sur les vertébrés à sang froid, en ne les étendant pas plus loin qu'il ne faut pour nous assurer s'ils sont soumis au même genre d'influence.

Commençons par déterminer quelle est la marche de la transpiration des animaux à sang chaud dans

le cas où les circonstances extérieures ne changent pas. Il faut d'abord s'assurer du rapport des pertes dans une suite de temps égaux, sous une même influence extérieure: car, pour apprécier les variations de la transpiration causées par les agents physiques, il est indispensable de connaître la marche de cette fonction, dépendante de l'organisation. On peut supposer plusieurs cas: 1° que les pertes sont égales, ou à peu près égales, dans des temps égaux; 2° qu'elles sont régulièrement ou irrégulièrement croissantes ou décroissantes; 3° enfin, tellement variables qu'on ne puisse apercevoir aucune tendance déterminée vers aucun de ces résultats. Toutes ces suppositions sont admissibles lorsqu'on rejette l'exemple des vertébrés à sang froid, jusqu'à ce que l'expérience sur les animaux à sang chaud en ait décidé.

J'ai soumis à l'expérience quatre jeunes cochons d'Inde, que j'ai placés séparément dans de petites cages de fil de fer, pour laisser un libre accès à l'air, et contenir leurs mouvements. La température de la chambre était de 14°, terme éloigné des extrêmes de chaleur et de froid, et qui permet le libre exercice des fonctions. On évitait de produire des courants d'air, afin que la transpiration pût suivre sa marche naturelle. On avait donné à manger à ces animaux, pour que leur corps fût dans le meilleur état possible. Je les pesai d'heure en heure; mais, dans l'intervalle, il fallait tenir compte des excrétions urinaires et alvines pour

déterminer les pertes par la transpiration. Une assiette était placée sous la cage pour les recevoir. Chaque excrétion était pesée sur le champ, et la partie liquide enlevée avec du papier joseph, dont on déterminait le poids avant et après cette opération. L'expérience dura six heures. Les pertes par la transpiration, comparées d'heure en heure, furent si variées, et présentèrent de telles alternatives en plus ou en moins, qu'on n'y reconnaissait aucune tendance à une marche régulière. Mais, en établissant la comparaison de deux heures en deux heures, les pertes décroissaient successivement chez les uns, et tendaient manifestement au décroissement chez les autres: aussi, en les comparant dans un plus grand espace, à des intervalles de trois heures, le décroissement des pertes, dans ces temps égaux, était évident chez tous.

Je fis le même essai sur un autre genre de mammifères. Quatre souris adultes furent également placées dans de petites cages de fil de fer, avec les mêmes précautions, pour recueillir et évaluer les excrétions. La température de la chambre était de 19°. L'expérience fut continuée pendant six heures. La fluctuation que nous avions observée chez les cochons d'Inde, dans les pertes successives d'heure en heure, par la transpiration, se reproduisit également chez cette espèce. De même, la comparaison établie de deux heures en deux heures diminuait considérablement ces alternatives; on y apercevait une tendance au décroissement succes-

sif, qui devenait manifeste et sans exception, en prenant des intervalles de trois heures.

Au lieu de poursuivre ces recherches sur des mammifères, j'ai cru qu'il serait préférable de soumettre à la même épreuve des animaux pris dans l'autre classe des vertébrés à sang chaud. Si leur transpiration suivait la même marche, il devenait inutile de multiplier les faits. Plus l'organisation diffère chez des individus qui présentent les mêmes phénomènes, plus on est certain qu'ils doivent être communs à un plus grand nombre d'espèces.

Je répétai donc ces expériences sur des oiseaux. Je me servis de moineaux francs; j'en exposai quatre à l'air, dans une chambre à 19°, quatre autres à une température de 20°, en employant les mêmes précautions et les mêmes procédés, pendant le même espace de temps que dans les deux cas précédents. Il ne convenait pas de donner une plus grande durée à l'expérience, pour ne pas affaiblir le corps par une trop longue abstinence.

J'obtins la confirmation la plus complète des résultats précédents: pertes irrégulières en plus ou en moins, considérées d'heure en heure et décroissement marqué, en prenant en plus grand espace de temps. Telle était la diminution successive de la transpiration, qu'elle eut lieu, sans exceptions, chez les huit individus, dans des intervalles de deux heures.

En s'arrêtant aux irrégularités qui ont lieu dans les intervalles successifs d'une heure, on aurait pu

se méprendre sur la marche de la transpiration, et n'y reconnaître aucune tendance déterminée; et ce fait se serait joint à tant d'autres anomalies des phénomènes de la vie, pour confirmer l'opinion, que par leur nature, ils ne sont guère susceptibles d'être assujettis à des règles. Cependant, on peut les envisager de manière à y trouver plus d'uniformité qu'on ne croit, et les faits qu'on vient de citer en sont un exemple. Malgré la diversité des espèces que nous avons soumises aux mêmes expériences, nous les voyons présenter des résultats analogues; ce que les mammifères offrent d'une part se reproduit d'autre part chez les oiseaux. Ces faits étant constatés sur des animaux pris dans les deux classes, il est inutile d'en multiplier les exemples, et nous sommes autorisés à les regarder comme communs aux animaux à sang chaud.

Pour exprimer ces résultats d'une manière générale, nous dirons que les pertes successives par la transpiration varient considérablement en plus ou en moins, lorsqu'on les compare dans de courts espaces de temps, mais qu'elles décroissent constamment lorsqu'on les considère dans de plus grands intervalles. J'irai plus loin, et cela est nécessaire pour que ces observations soient susceptibles de quelque utilité pratique: il s'agit d'assigner des limites de temps dans lesquelles on peut approximativement renfermer les phénomènes que nous venons d'indiquer. Puisque ces phénomènes sont communs à tous les animaux vertébrés, et

que nous avons constaté, sur un grand nombre d'individus d'espèces différentes, les limites de temps propres à chacune, nous donnerons leur terme moyen comme limite approximative pour une espèce quelconque: on verra qu'elle doit approcher beaucoup de la vérité.

Les espaces de temps dans lesquels les fluctuations de la transpiration ont lieu généralement chez les animaux vertébrés, sont faciles à déterminer, même avec précision. Nous avons toujours observé, chez les vertébrés à sang chaud, que les variations en plus ou en moins avaient lieu dans les intervalles successifs d'une heure, et ce terme peut être regardé comme la règle générale. Quant aux espaces de temps que l'on peut assigner pour que le décroissement successif de la transpiration ait généralement lieu, l'approximation se fonde sur les considérations suivantes: en examinant toute la série des résultats d'expériences sur les vertébrés de diverses classes, j'observe que les plus courts intervalles dans lesquels ce phénomène a eu lieu étaient de deux heures, et les plus longs de neuf. En prenant un terme intermédiaire de six heures, on peut espérer de renfermer la presque totalité des cas; car, lors même qu'il fallait un plus long espace de temps, trois heures suffisaient pour déterminer un décroissement, sinon constant, du moins très peu variable. Dans le plus grand nombre des cas, ce phénomène a eu lieu dans les espaces successifs de trois heures.

Cette première série d'expériences sur la transpiration des animaux à sang chaud ayant eu des résultats parfaitement conformes à ceux que nous avons obtenus des recherches correspondantes sur les vertébrés à sang froid, il est probable que nous trouverons de l'uniformité dans les autres.

Nous n'avons pas besoin de dire que l'action de l'air, considérée uniquement sous le rapport de la température, agit de même sur la transpiration des uns et des autres. Personne n'en demandera des preuves; la chose est manifeste.

§ II. — Influence de l'état hygrométrique de l'air

Il n'en est pas de même de l'influence de l'air sec et humide. Le témoignage de nos sens ne suffit pas pour nous éclairer sur les effets de ces deux modifications de ce fluide. Ils peuvent, au contraire, nous induire en erreur. Un air sec peut faire disparaître la sueur, par sa propriété d'absorber l'humidité. Un air humide, par la propriété contraire, la laisse s'accumuler sur la surface du corps. Dans le premier cas, on jugerait que l'air sec diminue la transpiration; dans le second, que l'air humide l'augmente.

Si l'on n'admettait pas l'exemple des vertébrés

à sang froid pour juger de l'effet de ces deux modifications de l'air sur les animaux à sang chaud à plus forte raison ne se laisserait-on pas influencer par des considérations tirées de la physique.

La sensibilité, qui, chez les êtres de cet ordre élevé, est si exquise, et qui influe si puissamment sur les sécrétions, ne peut-elle pas être affectée par les agents extérieurs, de manière à produire des effets bien différents de résultats purement physiques? L'air sec ne produirait-il pas sur la surface de la peau et des poumons une astriction qui diminuerait la transpiration, et l'air humide un relâchement qui produirait un effet contraire?

Ces considérations suffisent pour faire connaître l'incertitude qui doit exister sur cette question lorsqu'on n'a pas recours à l'expérience directe, et que l'on se refuse à suivre l'analogie tirée des faits relatifs aux vertébrés à sang froid.

Quant à l'expérience directe, c'est une chose étonnante qu'elle n'ait pas été faite. Delaroche a déterminé les effets comparatifs de l'air sec et de l'air humide sur l'homme, à de hautes températures, condition qui change beaucoup les effets de ces agents. D'autres savants qui se sont occupés de recherches statiques sur la transpiration, ont aussi fait des observations à ce sujet, à des températures modérées, mais dans des conditions si compliquées, qu'on pourrait attribuer les résultats à d'autres causes qu'à celles qu'ils leurs assignent.

Afin de comparer les effets de l'air sec et de l'air

humide, il faut que toutes les autres conditions de température, de pression, etc., soient égales. Pour y réussir plus facilement, il faut faire des expériences simultanément.

Quant à l'air humide, il convient que la vapeur soit transparente, et non à l'état de vapeur visible, que les physiciens appellent vapeur vésiculaire, condition dans laquelle elle se trouve dans les brouillards. L'autre état de l'atmosphère est le plus ordinaire, et par conséquent le plus important à connaître.

J'ai placé un cochon d'Inde dans une cage de fil de fer; je l'ai suspendu dans un vase de verre, dont les parois avaient été préalablement mouillées, et que je posai de suite sur l'eau. Le vase était de la capacité de douze litres environ: en pareil cas, l'air y arrivait rapidement à l'humidité extrême; je m'en étais préalablement assuré. Dans un vase parfaitement semblable, je suspendis en même temps un autre cochon d'Inde de la même portée, le plus semblable possible pour le poids, dont j'indiquerai la différence en parlant des résultats. Le vase fut placé sur deux livres de chaux vive, pour absorber l'humidité, et entouré de suif pour intercepter le passage de l'air. Un hygromètre, dans l'intérieur, marquait la dessiccation progressive de l'air.

J'aurais désiré comparer les limites extrêmes de l'état hygrométrique de l'air parfaitement sec, et de ce fluide saturé d'humidité. Il est facile de le

dessécher complètement avant l'expérience; mais, comme on doit l'isoler pour en absorber l'humidité, et qu'il faudrait ensuite y introduire l'animal, en le passant à travers le mercure, il y augmenterait le poids en avalant de ce liquide.

En supposant même que l'on puisse sans inconvénient introduire un animal dans de l'air parfaitement sec, il ne tarderait pas à devenir humide par la transpiration, et les moyens propres à le dessécher au fur et à mesure ne seraient peut-être pas assez prompts pour le maintenir dans son état de sécheresse extrême. D'ailleurs, le degré que l'on peut obtenir par le procédé que j'ai suivi est semblable à un grand degré de sécheresse de l'air dans notre climat, où elle n'est jamais extrême, à moins qu'on ne s'élève à de grandes hauteurs. La connaissance de ces effets sera donc d'une plus grande utilité pratique.

La température extérieure était de 15°. La pression et les autres conditions étaient les mêmes dans les expériences comparatives, excepté l'état hygrométrique: les animaux n'étaient donc exposés qu'à éprouver d'une part les effets d'une sécheresse relative, et de l'autre ceux de l'air porté à l'humidité extrême. Mais on ne saurait les placer dans ces conditions sans s'ôter la faculté de déterminer d'une manière directe les pertes qu'ils font par les excrétions alvines et urinaires. En les supposant égales de part et d'autre, les différences dans le poids total, s'il en existe, avant et après

l'expérience, seront dues à celles de la transpiration. Or on remplit suffisamment la condition d'égalité des excrétions alvines et urinaires en multipliant les expériences; par ce moyen, il peut y avoir compensation dans les différences individuelles. Voyons d'abord quels sont les résultats des expériences faites d'après ces vues: nous les soumettrons ensuite à un autre examen.

Elles ont été faites sur des cochons d'Inde, dont cinq dans l'humidité extrême, et les cinq autres dans l'air relativement sec, et dont la sécheresse allait en augmentant durant tout le cours des expériences. La durée en était de six heures, excepté dans une occasion où elle a été de huit heures.

La comparaison des poids des animaux, avant et après l'expérience, a donné des résultats qui ne peuvent guère laisser de doute sur l'influence relative de l'air sec et de l'air humide. Dans tous les cas, les pertes dans l'air sec étaient beaucoup plus considérables que dans l'air humide. Un coup d'œil sur le tableau où les résultats numériques sont consignés, suffira pour convaincre que ces différences ne peuvent être l'effet du hasard, ou, pour m'exprimer avec plus de précision, ne sauraient être rapportées aux variétés individuelles. S'il en était ainsi, le résultat n'aurait pas été uniforme; des différences en plus ou en moins se seraient trouvées indifféremment dans l'une et dans l'autre série. De plus, elles sont considérables, ce qui ajoute beaucoup à la certitude; car, si elles étaient

petites, on pourrait les négliger, à moins qu'elles ne fussent constantes dans une longue suite de faits. L'influence des variétés individuelles ne laisse pas d'être bien marquée dans le tableau que je viens de citer; mais elle se borne à faire varier l'excès des pertes dans l'air humide. On voit par là une confirmation de l'action puissante de l'état hygrométrique de l'air, puisqu'elle prédomine sur les causes perturbatrices qui peuvent résulter des combinaisons variées de l'organisation et de la sensibilité des individus de même espèce.

Nous n'avons rien dit du poids relatif des animaux soumis aux deux séries d'expériences comparatives: ils sont nécessairement inégaux, et ce défaut de précision rendrait les résultats incertains ou illusoires, si l'on ne trouvait moyen de remédier à cet inconvénient. Si, du côté où les pertes sont les plus grandes, les individus étaient supérieurs en poids à ceux de l'autre série, on objecterait avec raison que la différence des pertes est due à l'inégalité de volume, et non aux conditions dans lesquelles ils sont placés. Mais j'ai obvié à cette objection, en plaçant les plus grands individus dans la série où je présumais, d'après les expériences sur les animaux à sang froid, que les pertes seraient moindres. C'est ce qui a eu lieu, malgré la supériorité de poids des animaux placés dans l'air saturé d'humidité. De sorte que l'obstacle même qui s'opposait à l'exactitude de nos recherches nous a fourni les moyens de nous éclai-

er davantage sur l'influence de l'état hygrométrique de l'air.

On pourrait attribuer ces effets, non à la diminution de la transpiration par l'air humide, mais à celle des évacuations alvines et urinaires par la même cause. Cette supposition serait également admissible si nous n'avions aucune donnée sur ce sujet. Comme ces excrétions sont sensibles, on a l'occasion d'observer l'influence qu'exerceraient sur elles ces deux états de l'atmosphère. Quoiqu'elles soient beaucoup moins soumises à l'empire des agents extérieurs, on a cependant reconnu que l'humidité de l'air tend à augmenter ces évacuations. Or, la diminution du poids du corps ayant été moindre dans l'air humide, elle ne peut être attribuée qu'à la différence de la transpiration.

Il fallait vérifier ces résultats sur d'autres animaux à sang chaud; et, comme je l'ai déjà remarqué, le meilleur moyen était de les prendre parmi ceux qui diffèrent le plus des précédents par leur organisation: je les ai donc choisis parmi les oiseaux. Huit moineaux francs adultes ont été soumis à ce genre d'expériences, avec le même appareil et les mêmes précautions. Cette espèce présente ici un grand avantage pour parvenir à des résultats comparatifs. Ils diffèrent moins entre eux en poids, et sous plusieurs autres rapports individuels, que beaucoup d'autres espèces.

La vue du tableau, où j'ai consigné leurs pertes dans l'air sec et dans l'air humide, ne laissera au-

cun doute sur l'influence de ces agents. Non-seulement la diminution du poids de ces animaux est constamment plus grande dans le premier cas que dans le second, ainsi que nous l'avons constaté précédemment sur des mammifères; mais les résultats sont d'autant plus satisfaisants qu'ils sont très comparatifs. Les nombres qui les expriment diffèrent peu dans les expériences analogues, toutes les fois que leur durée n'excède pas les limites convenables: car, en la prolongeant au delà de six heures, le défaut de nourriture et d'autres causes occasionnent, comme je l'ai déjà remarqué, un état de souffrance qui, sans changer le prédominance des pertes dans l'air sec, peut augmenter la transpiration, en accélérant la respiration et la circulation, etc. L'état de la respiration y contribue aussi puissamment.

Jusqu'ici nous n'avons considéré que les différences; mais nous pouvons trouver le moyen d'évaluer approximativement le rapport dans lequel ces pertes ont eu lieu dans les deux cas. J'ai déterminé le poids des évacuations alvines et urinaires des huit individus de même espèce exposés à l'air libre de l'appartement, pendant six heures. J'en ai pris le terme moyen, qui, soustrait de la diminution de poids subie par ceux qui se trouvaient dans l'air sec et dans l'air humide pendant le même espace de temps, donne les quantités perdues de part et d'autre par la transpiration. On trouve, par cette opération, une perte de 1 gr. 04 pour ceux dans

l'air sec, et de 0 gr. 17 pour ceux dans l'air humide. Il y a deux points de vue sous lesquels nous devons considérer ces résultats: le rapport de ces nombres et la quantité absolue exprimée par ce dernier; ce rapport est de 6: 1; d'où il suit que la transpiration a été six fois plus abondante dans l'air sec que dans l'air humide.

Quelque grande que soit cette proportion, il est manifeste que, d'après les conditions des expériences qui la déterminent, elle pourrait être beaucoup plus considérable encore, puisque la sécheresse de l'air était loin d'être extrême, et qu'un plus haut degré, en augmentant les pertes par la transpiration, aurait rendu le rapport plus grand.

Ces rapports, qui expriment l'influence relative des divers états hygrométriques de l'air, sont ce qui nous intéresse le plus, parce qu'ils sont de nature à pouvoir se reproduire chez d'autres espèces, et même fournir des résultats généraux; tandis que la considération des quantités absolues ne présente le plus souvent que des données individuelles.

Cependant, il ne faut pas ici les négliger entièrement. Il n'est pas indifférent de faire attention à la diminution de poids qui a lieu dans l'air à l'humidité extrême. Je me contenterai pour le moment d'observer combien peu elle était marquée. Nous avons vu que le terme moyen en a été de 0 gr. 17; quantité si petite, que la transpiration semblerait en ce cas presque réduite à rien. Il en

a été à peu près de même des expériences analogues sur les cochons d'Inde.

Ces faits paraissent très simples; ils sont cependant très compliqués; je les développerai dans la seconde partie de cet ouvrage.

§ III. — Influence du mouvement et du repos de l'air

Nous passerons maintenant à l'influence du mouvement et du repos de l'air sur la transpiration des animaux à sang chaud. Les recherches expérimentales que nous venons d'exposer sur l'action relative de l'air sec et humide sont de nature à éclairer cette nouvelle question. Les effets de l'équilibre et de l'agitation de l'air ont des rapports intimes avec les faits précédents. La vaporisation continuelle qui a lieu autour du corps des animaux, dans un air qui n'est pas saturé d'eau, leur fait une petite atmosphère particulière, plus humide que le reste de l'air. Or, les courants renouvellent les couches qui environnent immédiatement le corps, et les remplacent par un air plus sec. Il doit donc se produire ici un effet semblable à celui que nous avons constaté plus haut. La présence d'un air relativement sec augmentera la transpiration. Elle diminuera, au contraire, dans un air calme,

parce que les couches ambiantes, en se renouvelant plus lentement, seront plus imprégnées d'humidité.

Ces effets sur l'économie se déduisent nécessairement des résultats que nous avons obtenus des recherches expérimentales sur l'influence de l'état hygrométrique de l'air. Mais nous ne pouvons adopter ce raisonnement sans examen ultérieur. Nous devons examiner si le mouvement ou le repos de l'air n'aurait pas quelque autre influence qui pût modifier la conclusion précédente. L'agitation de l'air, dans le cas qui nous occupe, ne se borne pas à remplacer un air humide par un air plus sec. La température des animaux à sang chaud élève celle du fluide en contact avec eux; dans les circonstances ordinaires, le mouvement de l'atmosphère substitue des couches plus froides à des couches plus chaudes, et enlève par conséquent plus de chaleur au corps qu'il n'en perdrait, toutes choses égales d'ailleurs, par un temps calme. Ce refroidissement tend à diminuer la transpiration, et il reste à savoir si cet effet du mouvement de l'air ne l'emporte pas sur l'autre.

Je laisserai de côté tous les raisonnements qui serviraient à établir de quel côté doit pencher la balance, pour fonder une opinion sur des preuves plus positives. J'ai comparé les pertes par la transpiration dans l'air le plus calme que je pouvais me procurer, et dans l'air modérément agité. Voici les circonstances dans lesquelles j'ai opéré. L'ap-

pareil que j'employais pour les expériences sur l'état hygrométrique de l'air, servait en même temps à empêcher, autant que possible, l'agitation de ce fluide. Supposons des animaux placés chacun dans un vase fermé, mais assez grand pour que la respiration ne soit pas gênée; il est évident qu'il sera à l'abri des mouvements de l'air libre de l'appartement. Des animaux de même espèce, placés dans celui-ci, seront donc exposés à un air plus agité. Si toutefois les autres conditions étaient les mêmes, on aurait occasion de constater les effets comparatifs du calme et du mouvement de l'air sur la transpiration. Il n'est pas possible de se procurer le même état hygrométrique dans les deux cas. Dans le vase, la transpiration rend l'air plus humide qu'au dehors, et cette condition suffit pour que la transpiration soit moindre. Si l'on prend le parti de dessécher l'air, elle sera relativement plus grande. Mais nous verrons qu'en suivant ce dernier procédé, nous tirerons de cet obstacle, qui s'oppose à l'égalité des conditions, un moyen de nous assurer davantage des effets de l'air en mouvement et en repos. On a vu comment nous avons évalué les pertes par la transpiration dans l'air sec. Je les ai comparées avec les pertes d'animaux de même espèce à l'air libre de l'appartement, et j'ai trouvé, non seulement sur les mammifères, mais sur les oiseaux, que les pertes étaient plus grandes dans l'air libre de l'appartement. Or, en vertu de la plus grande sécheresse de l'air dans les va-

ses, la transpiration aurait dû y être plus abondante; mais l'air y était plus calme, et la légère agitation de l'air extérieur l'a emporté sur les effets qui seraient résultés de la seule différence de l'état hygrométrique.

Si, malgré cette inégalité de condition, la balance a été en faveur des effets de l'air libre, nous devons en conclure qu'à plus forte raison cette prédominance aurait lieu de part et d'autre s'il y avait eu même degré de sécheresse.

Nous en trouverons la confirmation dans les expériences sur le même sujet consignées dans la première partie de cet ouvrage. Nous y avons exposé les effets marqués que de légères différences dans les mouvements de l'air produisaient sur la transpiration des vertébrés à sang froid.

Arrivés à la fin de cette nouvelle série d'expériences sur la transpiration des animaux à sang chaud, nous jetterons un coup d'œil en arrière, pour comparer tous les résultats précédents avec nos recherches correspondantes sur les vertébrés à sang froid.

L'inspection des tableaux de la transpiration dans les différentes classes d'animaux vertébrés, suffit pour faire voir la similitude des effets produits par les mêmes agents physiques. Cet accord entre les résultats de part et d'autre fait qu'ils se prêtent un secours mutuel; et la confirmation est d'autant plus grande, que les animaux qui les fournissent présentent les plus grandes modifica-

tions de structure dans l'échelle des vertébrés. On ne saurait avoir une plus forte preuve de l'énergie d'une cause dont on veut apprécier les effets, que d'y voir indistinctement soumis des êtres qui diffèrent le plus par leur organisation.

DEUXIÈME PARTIE

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX VERTÉBRÉS

CHAPITRE PREMIER

DES MODIFICATIONS DE LA CHALEUR CHEZ L'HOMME DEPUIS LA NAISSANCE JUSQU'A L'AGE ADULTE

Ayant consacré la première partie de cet ouvrage à des recherches expérimentales pour constater l'influence des agents physiques sur les animaux à sang chaud, je n'ai pas parlé de l'homme, parce qu'il ne pouvait être soumis à l'expérience.

Les résultats que j'ai obtenus sont tellement uniformes, qu'ils s'appliquent nécessairement à tous les animaux à sang chaud. Je dis nécessairement, parce que la force de l'analogie nous y entraîne. Il n'y en a pas d'autres preuves; il ne saurait y en avoir; car jamais on n'établira des vérités générales, en physiologie, sur des preuves directes, fon-

dées sur l'examen de chaque individu, ou même de chaque espèce. On ne peut espérer arriver jamais à les connaître toutes; et à coup sûr, on ne les soumettra pas au même genre d'observations et d'expériences.

Il faut donc se borner dans ces recherches; mais ce n'est qu'après avoir assez multiplié les faits particuliers pour que la force d'analogie amène la conviction. Malheureusement, il n'y a pas là de limite bien tracée; elle varie suivant les esprits, qui sont plus ou moins exigeants pour le nombre et la nature des faits, et les espèces d'animaux auxquelles on applique les principes qui résultent de ces faits.

Considéré sous le rapport de la structure, l'homme a été rangé dans la classe des « mammifères », non d'après le seul caractère que cette dénomination exprime, mais d'après une foule d'autres.

Unique par son intelligence, il se rapproche des mammifères par les nécessités de la vie communes à tous les êtres qui ont une organisation semblable.

Comme eux les forces mécaniques le détruisent, et son intelligence ne lui sert que pour opposer à ces forces des forces de même nature.

L'homme souffre, comme eux, des extrêmes de chaleur et de froid, et y succombe de même s'il ne trouve, dans l'étude qu'il a faite de ces agents destructeurs, le moyen d'opposer l'un à l'autre.

Il n'est pas moins asservi à la nécessité du con-

ict et du renouvellement de l'air, sans lesquels
a vie s'éteindrait aussi promptement que celle des
nimaux de la même classe.

Il n'a aucun privilège d'organisation capable de
soustraire à l'empire des lois physiques qui pré-
dent à la formation des vapeurs, et en vertu des-
uelles une partie de l'eau qu'il contient se dissipe
ans l'atmosphère, ni une sensibilité si spéciale
ue la fonction par laquelle la peau porte au de-
ors une partie de ce même liquide, ne soit sou-
ise, comme chez les mammifères, à l'influence de
a température extérieure.

Comme espèce, il sera affecté par ces divers
gents dans la mesure qui lui est propre, mais de
a même manière que les autres mammifères: en
ela chaque espèce, je dirai plus, chaque individu,
t le même à différentes époques de sa vie a sa
iesure particulière. Comme espèce, il rentrera
onc dans le groupe que nous avons étudié dans
a première partie de cet ouvrage, et les vérités
énérales que nous y avons établies lui seront éga-
ement applicables.

Nous nous occuperons d'abord des modifications,
ans la faculté de produire de la chaleur, qui doi-
ent avoir lieu chez l'homme, en vertu de l'âge,
'après les observations et les expériences que nous
vons faites sur les animaux à sang chaud.

Il en résulte que cette faculté chez l'enfant nou-
eau-né sera à son minimum, et qu'elle s'accroîtra
ccessivement jusqu'à l'âge adulte.

Nous avons constaté que les animaux à sang chaud, à leur naissance, différaient entre eux par un phénomène remarquable, relatif à la chaleur animale. Les uns, lorsqu'on les expose à l'air, soit au printemps, soit en été, se refroidissent à peu près comme les vertébrés à sang froid; les autres, dans les mêmes circonstances, conservent une chaleur élevée et constante.

Nous avons donné des caractères extérieurs qui peuvent servir à les distinguer sous ce rapport. Les espèces, parmi les mammifères, qui naissent les yeux fermés, forment le premier groupe; celles qui naissent les yeux ouverts appartiennent au second.

Telle est aussi la condition de l'homme. L'enfant nouveau-né aura donc, comme ces dernières espèces, la faculté de conserver une température élevée, à peu près constante dans les saisons chaudes.

Nous avons supposé ici que l'enfant naissait à terme ; mais, s'il venait vers le cinquième ou le sixième mois, les phénomènes seraient différents.

Quoiqu'à cette époque il naisse les yeux ouverts, il arrive ordinairement que sa pupille est encore fermée par une membrane que, d'après sa situation, on appelle « pupillaire ». Ce caractère, tiré de l'état des yeux, me paraît équivalent à l'occlusion des paupières. Nous en conclurons, par analogie, que la faculté de produire de la chaleur

rait si faible que sa température serait très asse.

Cherchons maintenant à vérifier ces conclusions ar des observations directes. Nous n'aurons pas ouvent cette ressource; car il est évident que nous e saurions soumettre l'homme aux diverses épreues que nous faisons subir aux animaux.

Un enfant né à terme et séparé de sa mère, exosé à une chaleur douce, n'éprouve guère de vaation dans sa température. Il est vrai qu'on ne aviserait pas de le dépouiller de ses vêtements our juger de sa faculté de conserver sa chaleur ır une longue exposition à l'air; mais j'ai fait oir précédemment que cette épreuve n'est pas écessaire. Les mammifères nouveau-nés, qui se reoidissent à l'air à peu près comme des animaux sang froid, ont beau être bien recouverts, leur mpérature ne laisse pas de baisser, quoique cet fet ait lieu alors plus lentement.

L'enfant nouveau-né appartient donc au second roupe, comme nous l'avons conclu du caractère urni par l'état des yeux.

S'agit-il maintenant de déterminer si l'homme à naissance produit moins de chaleur que dans suite; nous n'exposerons pas les individus de fférents âges à un froid artificiel pour juger, par différence dans l'abaissement de leur tempéare, de leur faculté respective de développer de chaleur, ainsi que nous l'avons fait pour les aiaux. Ne pouvant faire de pareilles expériences,

j'y substituerai des observations qui fourniront de données suffisantes.

Je n'ai pas considéré de légères différences dan la température des animaux, comme des indic tions suffisantes d'une différence correspondan dans leur faculté de produire de la chaleur; c'e pourquoi j'ai eu recours, dans les recherches qu j'ai exposées dans la première partie, à la métho des refroidissements artificiels. Après m'être assu par ce moyen que les jeunes mammifères qui nai sent les yeux ouverts produisent moins de chale que les adultes, nous pouvons tirer parti des o servations que j'ai faites sur leur température n turelle.

Tous les individus de ce groupe que j'ai ex minés ont habituellement, à leur naissance et qu que temps après, une température plus basse q celle de leurs parents. J'ai observé, à cet égar des différences de 1° ou 2° centigrades. Ce cara tère, dans le cas dont il s'agit, est donc un indi d'une grande valeur de la différence dans la f culté de produire de la chaleur. Dans toute aut circonstance je n'en tiendrais aucun compte, ju qu'à ce que j'eusse d'autres faits à l'appui.

Si une pareille différence existe dans la temp rature de l'homme à ces deux époques de la vi nous n'hésiterons pas à la regarder comme u preuve suffisante d'une différence dans sa facul de produire de la chaleur, telle que nous l'avo constatée chez les mammifères.

On a souvent pris la température de l'homme
lulte; et, comme elle n'est pas la même chez tous
s individus, il s'agit d'en assigner les limites et
terme moyen. Elle diffère aussi suivant la ré-
ion du corps où on la détermine. A la bouche,
le est ordinairement un peu supérieure à celle
es parties extérieures du tronc, de quelques frac-
ons de degré à un degré entier. Pour établir une
mparaison entre l'adulte et l'enfant nouveau-né,
est nécessaire d'appliquer le thermomètre aux
êmes endroits. Comme on ne saurait bien cons-
ter la température de la bouche de l'enfant, il
ut choisir l'aisselle.

En prenant ainsi la température de vingt adul-
s, il en est résulté qu'elle a varié entre 35°,5 et
7° centigrades, dont le terme moyen était 36°,
2, ce qui s'accorde avec les meilleures observa-
ons. On a négligé d'en faire sur les enfants nou-
eau-nés. Mon ami M. Breschet m'en a facilité les
oyens. Il a permis qu'on prît, dans les salles de
on hôpital, la température de dix enfants bien
ortants, âgés de quelques heures à deux jours.
es limites des variations ont été de 34° à 35°,5.
e terme moyen de toutes les températures indi-
iduelles fut de 34°,75. Leur température est donc
nférieure à celle des adultes; rapport prévu par
analogie et confirmé par l'observation. Je le ré-
ète, je n'aurais tiré aucune conclusion d'une si
égère différence si les expériences nombreuses fai-
es sur les animaux à sang chaud ne m'en eussent

donné l'interprétation; si je n'eusse pas constaté que, dans les premiers temps de la vie, les animaux produisent moins de chaleur, et qu'une pareille différence dans leur température naturelle coïncide alors avec cette modification de la fonction.

J'ai désiré pouvoir vérifier une autre conclusion tirée de l'analogie. Elle est relative à la température des enfants nés longtemps avant terme. L'occasion est rare, mais elle s'est présentée. M. Dagneau, accoucheur d'une dame dont j'étais le médecin, me fit avertir qu'elle venait d'être délivrée d'un enfant à sept mois. L'accouchement avait été tellement facile, que l'enfant était venu avant qu'on pût appeler du secours. Deux ou trois heures après sa naissance, je le trouvai bien portant, bien emmailloté et près d'un bon feu. Je pris sa température à l'aisselle, et je la trouvai de 32° centigrades. Cette différence de température est remarquable, et prouve évidemment que l'homme suit pour la production de chaleur le rapport de l'âge que nous avons constaté chez les animaux à sang chaud.

Au degré de développement où cet enfant est né, la membrane pupillaire n'existe ordinairement plus. Il pourra donc conserver une chaleur élevée, quoique inférieure à celle des enfants nés à terme, lorsque la température de l'air est douce.

S'il venait au monde assez longtemps avant la disparition de sa membrane pupillaire, point de

oute, d'après les faits que nous venons de rappor-
r, que sa faculté de produire de la chaleur
rait si faible, qu'elle ne différerait guère de celle
s jeunes mammifères qui naissent les yeux
rmés.

CHAPITRE II

DE L'INFLUENCE DU FROID SUR LA MORTALITÉ A DIFFÉRENTS AGES

Ces faits établis, occupons-nous des conséquen-
s qui en dérivent: lorsque la faculté de dévelop-
r de la chaleur n'est pas la même, la vitalité sera
fférente. D'abord, les rapports avec la tempéra-
re extérieure changeront nécessairement. Le be-
in de chaleur et la faculté de supporter le froid
e sauraient être les mêmes là où le foyer inté-
eur n'a pas la même activité. C'est un des rap-
orts les plus intéressants à connaître; car il n'y a
uère d'agent extérieur qui ait plus d'influence
r la vie que la température de l'air. C'est aussi
lui que nous pouvons le plus modifier pour l'ap-
roprier à nos besoins; et, dans les circonstances
ù nous n'en avons pas les moyens, comme lors-
ue nous sommes exposés à l'air libre, nous avons
autres ressources qui peuvent y suppléer. Jus-

qu'ici nous n'avons été guidés dans les soins qu nous prenons à cet égard que par l'instinct, ou pa ce genre d'observation qui est à la portée de tou le monde. Mais il faut une connaissance plus in time de nos rapports avec la température exté rieure pour bien régler l'usage des moyens propre à nous garantir des effets nuisibles de la chaleu et du froid.

Voyons d'abord comment ces relations varien suivant les modifications dépendantes de l'âge, qu nous avons exposées dans le chapitre précédent.

L'instinct porte les mères à tenir leurs enfant chaudement. Des philosophes, par des raisonne ments plus ou moins spécieux, les ont engagées, différentes époques et dans divers pays, à s'écarte de ce principe, en leur persuadant que le froi extérieur fortifierait la constitution des enfants comme il fait celle des adultes. Nous examineron cette question par la voie de l'expérience, pou nous régler d'après l'observation de la nature, e non d'après les opinions variables des hommes.

Commençons par les jeunes animaux à san chaud qui produisent le moins de chaleur: les mam mifères qui naissent les yeux fermés, et les oiseau qui éclosent sans plumes.

Ils sont la plupart du temps soustraits à l'actio de la température extérieure, réchauffés dans leu nid par leur contact mutuel, et surtout par leu mère. Exposés à l'air au printemps et en été, il n'excéderaient la température de l'air que d'un o

leux degrés dans les premiers temps de la vie. Ils
'ont donc, pour ainsi dire, pas de température
ropre. Mais celle qu'ils ont habituellement dans
es circonstances que je viens d'indiquer diffère
eu de celle de leurs parents. Ils en ont une par le
ait, et à peu près aussi élevée que celle des adul-
es, quoiqu'elle soit presque entièrement artificielle.
'e fait rend très présumable que cette chaleur
st nécessaire pour l'entretien de leur vie; mais
e n'est pas une preuve suffisante: l'application de
a chaleur pourrait servir à leur développement
lus rapide ou à d'autres usages, sans être indis-
ensable à leur conservation.

Puisqu'ils produisent peu de chaleur, ne vi-
raient-ils pas avec une température à peine su-
érieure à celle de l'air, comme font les reptiles et
es poissons? Nous ne saurions décider la question
ar les faits que nous avons rapportés relativement
ces jeunes animaux. Nous savons bien que l'ex-
osition à l'air fait baisser considérablement leur
empérature, mais nous n'avons pas examiné le
ésultat de ce refroidissement: nous allons nous en
ccuper.

Le 12 février 1819, un chat nouveau-né éloigné
le sa mère, et exposé à l'air dont la température
tait de 14°, s'étant refroidi, en 9 h., à 18°, était
oide, et pouvait à peine faire de légers mouve-
nents.

Le mois suivant, l'air de l'appartement étant à
0°, j'y exposai deux petits chats âgés d'un

jour, et qui avaient 37°. Au bout de 2 h. 25 m. la température de l'un était descendue à 17°, celle de l'autre à 18°; ils étaient devenus roides et presque insensibles.

Au mois de janvier de la même année, quatre petits chiens, nés de la veille, avaient 35° à 36° l'air de l'appartement était à 11°. Le refroidissement qu'ils y subirent, depuis 9 h. du matin jusqu'à 10 h. du soir, fit baisser leur température à 13° et 14°. Ils étaient alors tellement affaiblis, qu'ils étaient presque sans mouvements.

Les symptômes d'affaiblissement et de souffrance commencent à se manifester peu après leur exposition à l'air, et augmentent à mesure que leur température baisse. Il en est de même des jeunes oiseaux qui, à leur naissance, produisent le moins de chaleur.

Ils peuvent ainsi mourir de froid par l'exposition à l'air aux degrés de température extérieure que je viens d'indiquer; température qui, bien loin d'être rigoureuse, correspond à peu près à la chaleur moyenne de l'année; mais ils mourraient aussi par le refroidissement à l'air dans les chaleurs du printemps et de l'été.

Quoique l'abaissement soutenu de leur température par l'exposition à l'air leur soit funeste, c'est une chose remarquable combien de temps ils peuvent souffrir un refroidissement considérable. Des chiens et des chats nouveau-nés peuvent vivre deux ou trois jours avec une température de 20°, et mê-

e de 2° ou 3° au-dessous. Mais il ne faut pas que ir extérieur soit trop froid, sans quoi ils seraient ientôt privés de sentiment et de mouvement; et t état de mort apparente ne tarderait pas à être uivi de la mort réelle.

Lorsqu'ils paraissaient sur le point d'expirer, mme dans les observations que j'ai citées plus aut, je les ranimais facilement, en les réchauf- ut devant le feu, ou par l'immersion dans un ain.

Lors même qu'ils sont privés de tout mouvement ; qu'ils semblent morts, on les rétablit prompte- ent par les mêmes moyens, pourvu qu'on ne tarde as à les appliquer.

Nous voyons, par les faits que je viens de citer, ue ce groupe de jeunes animaux supportent un baissement considérable de leur température sans ourir. Il y a plus; si on ne les laisse pas trop ngtemps dans cet état languissant, et qu'on les échauffe convenablement, ils sont susceptibles 'être refroidis de même à plusieurs reprises. Je 'en suis assuré sur un grand nombre d'individus, armi les mammifères et les oiseaux.

Ce n'est pas qu'ils subissent ces épreuves sans nconvénient: les phénomènes qu'ils présentent rouvent le contraire; mais ils y survivent pour a plupart, si elles ne sont ni trop répétées ni trop rolongées, sans quoi elles seraient mortelles.

Cette facilité de se rétablir après un grand abais- ement de température ne persiste pas au même

degré avec les progrès de l'âge. Je refroidis artificiellement des oiseaux de diverses espèces, telles que des geais, des pies, des loriots, etc., à l'époque où ils étaient à peu près couverts de plumes. Leur température fut réduite chez les uns à 20°, chez les autres à 18°. Ils n'avaient été exposés au froid que pendant peu de temps. Ils étaient alors très faibles, et semblaient près d'expirer: cependant ils ne laissèrent pas de se ranimer aussi promptement et aussi bien en apparence que les oiseaux plus jeunes; mais ce rétablissement ne fut pas de longue durée: la plupart périrent dans l'espace d'un ou deux jours.

L'abaissement de température du corps n'est donc pas également nuisible dans les différents âges: il l'est d'autant moins que les animaux sont plus jeunes. Or, il y a ici un autre rapport qu'il est important de saisir: nous voyons que c'est à mesure que la faculté de développer la chaleur s'accroît que la faculté de supporter l'abaissement de la température du corps diminue; et pour nous assurer qu'il y a une relation intime entre ces deux termes, telle que je viens de l'exposer, comparons de la même manière les adultes de différents groupes de vertébrés: les animaux à sang froid, les mammifères hibernants et les autres animaux à sang chaud. En les disposant de la sorte, ils forment une échelle dans laquelle la chaleur animale va en croissant. Les reptiles et les poissons, qui en occupent les degrés inférieurs, sont précisément, comme tout le

monde sait, ceux qui supportent le mieux l'abaissement de la température du corps; et les mammifères hibernants, inférieurs pour la chaleur aux autres animaux à sang chaud, ont sur eux l'avantage de pouvoir vivre avec une réduction de température qui ferait périr ceux-là.

De même j'ai fait voir que les jeunes animaux à sang chaud ont une faculté d'autant plus grande de supporter des abaissements de température, qu'ils produisent moins de chaleur: j'en vais montrer la nécessité.

Quelque soin que les parents prennent de leurs petits, ils ne peuvent pas toujours rester auprès d'eux pour maintenir leur température à un degré élevé, s'ils sont de la tribu qui naissent les yeux fermés ou sans plumes. Aussitôt qu'ils les quittent pour pourvoir à leur subsistance, la température des petits commence à baisser plus ou moins suivant qu'ils se tiennent éloignés ou rapprochés les uns des autres et que leur nid est bien ou mal garni. Leur température s'abaisse donc d'un assez grand nombre de degrés; et si ce refroidissement leur était aussi nuisible qu'à des individus qui produisent plus de chaleur, la plupart périraient. Toutefois, si leur constitution est telle qu'ils peuvent en général subir sans inconvénient grave les abaissements de température qui résultent de l'absence de leurs parents, cette cause ne doit pas laisser d'en faire périr un assez grand nombre.

Quels que soient l'instinct et la sollicitude des

mères, elles n'ont pas ces facultés à un tel degré de perfection qu'elles puissent mesurer la durée de l'absence au degré de refroidissement que les petits peuvent supporter sans danger. Quand même il en serait ainsi, le temps pendant lequel elles s'absentent, quel que soit leur empressement, est ordinairement déterminé par celui qu'il faut pour se procurer une nourriture suffisante. Elle n'est pas toujours facile à trouver, et les délais que sa recherche exige doivent souvent être tels que les petits se refroidissent au point que leur santé en souffre.

Les autres jeunes animaux à sang chaud ne sont pas exposés à de pareils refroidissements, parce qu'ils naissent avec une source plus abondante de chaleur. Mais, si la température extérieure était telle qu'elle fit baisser celle de leur corps au même degré et aussi fréquemment que chez le groupe de jeunes animaux dont nous venons de parler, il en résulterait une mortalité beaucoup plus grande. C'est là le danger auquel ils seraient exposés s'ils naissaient en hiver: aussi pourrait-on déduire de là que la nature y a pourvu, en évitant, en général, de les produire dans cette saison rigoureuse. C'est ce qu'elle a presque toujours fait pour les animaux sauvages, qui naissent avec le plus grand développement de chaleur. Quel qu'il soit, il ne suffirait pas pour qu'ils supportassent le froid de nos climats dans les premiers temps de la vie; et, comme ils sont en même temps plus forts, plus actifs

et plus indépendants, leur mère ne saurait les garantir de l'intempérie de l'air. Ils viennent donc, pour l'ordinaire, au printemps ou au commencement de l'été, et dans le cours de la belle saison. Leur faculté de produire de la chaleur augmentant successivement, ils sont mieux en état de résister aux rigueurs de l'hiver suivant.

L'homme, qui exerce un si grand empire sur les animaux domestiques, et qui peut en disposer de manière à régler les époques de leur naissance, imite ordinairement cette prévoyance de la nature; et, lorsqu'un intérêt particulier l'engage à y déroger, il peut y suppléer par les ressources de son industrie.

Voici le résumé général des faits relatifs à l'influence du froid, à différentes époques de la vie, depuis la naissance jusqu'à l'âge adulte.

Il faut distinguer deux choses, le refroidissement du corps et la température capable de le produire. Quant au refroidissement du corps, abstraction faite de sa cause, il est d'autant moins nuisible que l'individu est plus jeune.

Abaissez la température du corps de deux individus de même espèce, d'un égal nombre de degrés, le plus jeune en souffrira le moins, et sa santé se rétablira plus parfaitement.

Mais, pour abaisser d'un même nombre de degrés la température du corps d'individus d'âges différents, il faut des degrés différents de froid extérieur. Pour produire cet effet, il faut que la tem-

pérature extérieure soit d'autant plus basse que l'individu est plus près de l'âge adulte.

D'une part, si les plus jeunes souffrent moins d'un même abaissement de température du corps, d'autre part ils se refroidissent plus facilement. C'est de cette dernière disposition que dépend principalement la mortalité à différentes époques de la vie, depuis la naissance jusqu'à l'âge adulte, en tant qu'elle résulte de l'influence du froid extérieur sur les animaux à sang chaud; car dans l'échelle des variations de la température extérieure, les plus jeunes animaux sont plus fréquemment exposés à être refroidis par des degrés qui n'auraient aucune influence nuisible sur les autres. De là une cause de plus grande mortalité; de là également la nécessité de les mettre d'autant plus à l'abri du froid qu'ils sont plus jeunes.

CHAPITRE III

APPLICATION MOMENTANÉE DU FROID

Je suppose que le refroidissement ne soit pas de nature à mettre la vie en danger, et qu'il soit de courte durée; pour donner de la précision aux idées,

le refroidissement consistera dans un abaissement de la température du corps. Lorsque ensuite elle est rétablie, il s'agit de savoir si tout l'effet du refroidissement est passé, s'il n'en reste pas quelques traces dans l'économie.

Quoique les animaux préalablement refroidis aient repris leur température, il ne s'ensuit pas qu'ils aient la même faculté de produire de la chaleur. C'est ce que nous avons soigneusement distingué dans le cours de cet ouvrage: nous allons en faire une nouvelle application.

Après le retour à leur température primitive, si cette faculté n'a éprouvé aucun changement, il faudra, en répétant le refroidissement, à peu près le même temps pour les ramener au point de départ. Mais j'ai observé, en refroidissant et en réchauffant successivement les mêmes individus, que le temps qu'exige le rétablissement de la température initiale devient plus long par la répétition du refroidissement. Leur faculté de produire de la chaleur a donc diminué; car, lorsqu'on les réchauffe, leur température s'élève en partie par la chaleur qu'ils reçoivent du dehors, en partie par celle qu'ils produisent. Or, comme celle-là est constante dans les diverses expériences, la lenteur avec laquelle leur température s'élève dépend de ce qu'ils développent alors moins de chaleur.

Ainsi, lorsqu'on a été exposé à un degré de froid au-dessous de celui qui convient à l'économie, quoique la température du corps ait repris son pre-

mais il est bon d'y insister, parce que, dans bien des cas on est porté à réduire l'effet consécutif de l'application de la chaleur à la sensation qui en résulte. Il y a plus que la durée de cette impression première: la faculté de développer de la chaleur s'est accrue.

On voit par là que, lorsqu'on est dans le cas d'être souvent exposé à un froid très vif, on se dispose mieux à le supporter en se procurant dans les intervalles une forte chaleur; usage des peuples du Nord justifié par les faits précédents. Il est nécessaire de se bien pénétrer de ce principe, que l'application passagère de la chaleur produit des effets qui se continuent au delà du temps de son application, et qu'elle agit de la manière que nous venons d'exposer, toutes les fois que l'économie a besoin de chaleur; hors de là d'autres effets s'ensuivent, que nous allons exposer dans le chapitre suivant.

CHAPITRE V

INFLUENCE DES SAISONS SUR LA PRODUCTION DE LA CHALEUR

Dans les régions où la température subit de grandes variations dans le cours de l'année, l'homme et les vertébrés à sang chaud, lorsqu'ils ont une constitution appropriée au climat, ne laissent pas d'y vivre avec ce sentiment de bien-être et de force qui constitue la santé.

Tout ce que nous remarquons bien en nous-mêmes dans la diversité des saisons, c'est la différence des sensations qui résultent des changements dans les conditions extérieures. Si nous bornons là nos observations, nous ne trouvons rien d'étonnant dans la facilité avec laquelle nous subissons l'influence des saisons opposées; car il est de l'essence de notre être d'éprouver une variété de sensations compatibles avec la longue durée de la vie; et, si elle dépendait d'un degré déterminé de température, elle serait aussi passagère que cette température même. Il est donc de toute nécessité que nous puissions nous accommoder de températures diverses. Si, dans les commencements d'une saison, nous éprouvons une impression désagréable de la

chaleur et du froid, elle s'efface bientôt, et nous l'attribuons à une propriété de la sensibilité en vertu de laquelle les affections vives s'émoussent par la répétition même de l'impression. C'est ce que nous appelons l'effet de l'habitude. Ainsi, le sentiment et la réflexion concourent à nous persuader, lorsque nous jouissons d'une santé parfaite, que nous n'éprouvons d'autre changement essentiel, dans le cours des saisons, que dans le degré de notre sensibilité. Ainsi rien de plus naturel que de penser que nous avons tout expliqué lorsque nous disons que nous supportons les diverses températures des saisons, hors les cas extrêmes, toujours nuisibles à l'économie, parce que nous nous y accoutumons; et d'autant mieux lorsqu'on passe, comme dans les climats tempérés, par des nuances insensibles aux limites opposées de chaleur et de froid, condition la plus favorable aux effets de l'habitude.

Cependant il est un phénomène relatif à l'état du corps, pendant les diverses saisons, qu'on ne saurait expliquer par l'habitude, parce que c'est un état physique qui doit dépendre d'autres conditions physiques dans l'économie, quelle que soit leur cause première. C'est la température du corps dans le cours de l'année. Avant qu'il y eût des moyens exacts pour la déterminer, on n'ignorait pas qu'elle est très haute en hiver, et bien supérieure à celle des corps environnants; mais on devait croire qu'elle s'élevait successivement avec la cha-

leur extérieure pour revenir ensuite avec le déclin de l'année à son point de départ.

Aussi n'y eut-il aucun phénomène de chaleur découvert par l'application du thermomètre qui excitât plus d'étonnement que la constance de la température de l'homme et des animaux des classes supérieures. L'explication en resta longtemps hypothétique, jusqu'à ce qu'on eut découvert un nouvel ordre de faits. Dès qu'on reconnut dans la formation des vapeurs une cause physique de refroidissement, on se servit de ce principe pour se rendre compte de cette uniformité de la chaleur animale. La transpiration devient plus grande à mesure que la chaleur de l'air s'accroît; la formation plus abondante de vapeurs enlève plus de chaleur au corps; et de la compensation entre cette source de refroidissement et l'élévation de la chaleur extérieure pouvait résulter l'égalité de la température du corps.

Cette cause influe sans doute pour tempérer la chaleur; nous en donnerons les preuves fondées sur l'expérience dans un autre endroit de cet ouvrage; mais elle est insuffisante; et, sans nous arrêter ici à la démontrer par des faits relatifs à la transpiration, nous ferons voir qu'il y a un autre élément très important qui entre dans la solution de la question.

En attribuant à la transpiration le pouvoir de régler la température, on suppose nécessairement que la production ou développement de chaleur reste la même dans les diverses saisons. Mes premières

recherches sur la chaleur animale m'en ont fait douter. Dès que j'eus constaté que la faculté de produire la chaleur différait beaucoup par le progrès de l'âge, depuis l'enfance jusqu'à l'âge adulte, je devais être conduit à penser que d'autres causes pourraient y amener de grands changements, surtout la succession des saisons, dont j'avais étudié les effets sur la constitution des vertébrés à sang froid.

On a vu, dans la première partie de cet ouvrage, que les expériences que j'ai faites à ce sujet avaient rempli cette attente.

D'après ces faits et d'autres que nous avons rapportés, voici comment nous présenterons l'influence des saisons considérées sous le rapport de leur température, en faisant abstraction des effets de la vaporisation, que nous exposerons ailleurs.

Nous distinguerons à cet égard deux classes d'individus chez l'homme et les animaux à sang chaud: ceux dont la constitution est parfaitement en harmonie avec le climat, et ceux auxquels il ne convient pas. Les premiers subissent des changements en rapport avec la saison, qui leur permettent le libre usage de leurs facultés, et cette jouissance de la vie qui constitue la santé. A mesure que la température s'abaisse, leur source intérieure de chaleur augmente. Elle s'accroît successivement et atteint son maximum en hiver; elle décline ensuite avec l'élévation et la durée de la chaleur extérieure. Voici donc un nouvel élément qui doit entrer dans

l'explication de l'égalité de température du corps. Considérons-le à part, comme si cette cause seule suffisait pour produire cet effet. La température du corps dépendra de la chaleur produite et de la chaleur communiquée. Leur proportion respective pourra varier sans que la température du corps varie. Il y aura ainsi compensation entre la chaleur qui vient du dehors et celle qui se développe à l'intérieur; l'excès de l'une suppléera au défaut de l'autre. Mais l'économie n'acquiert cette faculté de s'accommoder à la température extérieure qu'avec la marche lente et progressive des saisons: du moins elle ne l'acquiert au plus haut degré que par ce moyen.

Si en été il survenait un froid subit aussi vif que celui que nous pouvons supporter en hiver, le corps serait, pour ainsi dire, pris au dépourvu; la faculté de produire de la chaleur étant alors réduite à son moindre degré, celle qui est enlevée ne serait plus suffisamment réparée. A cet égard, nous différons nous-mêmes en été et en hiver de la même manière, mais à un moindre degré, que les jeunes animaux à sang chaud diffèrent des adultes. Si les premiers résistent moins au froid, c'est qu'ils ne peuvent pas développer autant de chaleur. Chez eux, cette faculté s'accroît sous l'influence d'une température douce, par les progrès de l'organisation; chez les adultes, par l'impression ménagée du froid dans des degrés et des durées appropriés à leur être.

De même, lorsque la constitution de l'hiver est acquise, une élévation passagère de la température extérieure, à moins qu'elle ne soit excessive, influe peu sur la faculté de produire de la chaleur; elle continue à se développer avec abondance; il faut, pour la diminuer sans nuire à la santé, que la chaleur de l'air s'élève lentement et se soutienne longtemps.

Ces changements n'ont pas lieu chez tous les individus du même pays. Il en est qui ne sont pas appropriés à cette grande étendue de variations dans la température extérieure. Le froid qu'ils peuvent supporter sans inconvénient est beaucoup moindre, parce qu'ils n'ont pas les mêmes ressources pour réparer les pertes de chaleur. Au-dessous de cette limite, le froid produit sur eux un effet inverse de celui que nous avons décrit plus haut: au lieu d'augmenter la production de chaleur, il la diminue. Le type de ces constitutions se trouve chez les jeunes animaux à sang chaud et les mammifères hibernants. Ils en présentent les caractères d'une manière plus marquée; mais les nuances chez les autres individus, soit parmi les autres animaux à sang chaud, soit parmi les hommes, pour être plus faibles, n'en sont pas moins de même nature.

Lorsqu'on ne considère dans les mammifères hibernants que la faculté qu'ils ont de s'engourdir, un intervalle immense semble les séparer des autres animaux de leur classe; mais lorsqu'on les en-

visage sous le rapport de la fonction qui nous occupe, et qui paraît intimement liée avec cette disposition, on passe, pour ainsi dire, par une gradation insensible aux mammifères qui en paraissent les plus éloignés. Nous avons fait voir que les espèces hibernantes occupaient les derniers rangs dans l'échelle de production de chaleur, parmi les animaux à sang chaud adultes. Nous les avons confondues dans un même groupe sans distinction entre elles, parce que toutes sont susceptibles de présenter des phénomènes communs, un abaissement semblable de température, une léthargie profonde et prolongée. Mais les mêmes circonstances ne les produisent pas au même degré chez toutes, et l'inégalité des effets d'une même température extérieure sur celle de leur corps fait découvrir, chez les diverses espèces, des différences considérables dans la faculté de produire de la chaleur. Aux deux extrémités se trouvent d'une part les chauves-souris, d'autre part les marmottes, en me bornant à l'énumération que j'ai donnée des animaux de cette tribu.

De toutes ces espèces, les chauves-souris se refroidissent le plus facilement; elles diffèrent même beaucoup des espèces qui les suivent immédiatement, et un intervalle considérable les sépare des marmottes.

Il y a, parmi les mammifères adultes qui ne passent pas l'hiver dans l'engourdissement, des espèces très voisines de ce groupe par le peu de cha-

leur qu'elles produisent : les souris sont de ce nombre. J'ai été surpris, en les exposant à un froid modéré en hiver, de l'abaissement de température qu'elles éprouvaient; ce qui m'a expliqué l'utilité d'une habitude très singulière. Elles font des nids en tout temps, non seulement pour leurs petits, mais pour elles-mêmes. On sait que, dans des cages étroites, elles ne multiplient pas. J'en gardai ainsi de différents sexes et de différents âges, et je les voyais, dans des saisons où je n'aurais pas soupçonné qu'elles eussent besoin de plus de chaleur, se former artistement des nids, comme ceux des oiseaux. Je plaçais exprès dans leur voisinage des brins de paille et des tissus de coton, qu'elles tiraient à elles à travers les barreaux de la cage, pour s'en servir de la sorte. On voit, par l'observation précédente, qu'elles cherchent à conserver le peu de chaleur qu'elles développent, chaleur nécessaire à leur conservation; car, exposées à l'air, souvent elles périssent par un froid qui nous paraîtrait modéré. En prenant leur domicile chez l'homme, elles n'y trouvent pas seulement l'avantage d'une nourriture plus abondante, mais aussi la facilité de se mieux garantir du froid, ce qui ne leur est pas moins salutaire.

Ce fait nous conduit à reconnaître le groupe d'animaux à sang chaud adultes non hibernants qui renferment les espèces les moins propres à développer de la chaleur par l'abaissement graduel de la température extérieure; ce sont celles pour la

plupart qui se pratiquent des demeures souterraines, qui habitent les cavernes, les fentes et les creux des rochers, les trous dans les murs et dans les arbres. Sans doute d'autres causes déterminent aussi le choix de ces retraites: la nécessité d'éviter les surprises et de trouver un refuge, d'amasser des provisions pour les temps de disette; et, si quelquefois ces demeures ne sont choisies que pour servir de magasins ou d'asile, elles servent aussi d'abri contre le froid, que le plus grand nombre de ces espèces ne saurait braver impunément. Cela est surtout évident chez celles qui prennent le soin de garnir leur habitation des substances les plus propres à retenir la chaleur.

Il y a une parellle distinction à établir entre les constitutions des hommes qui habitent le même climat: les uns, et c'est le plus grand nombre, éprouvent un effet salutaire de l'abaissement graduel de la température; ils subissent des modifications correspondantes à celles des animaux à sang chaud adultes qui acquièrent successivement la faculté d'affronter les rigueurs de l'hiver, non parce qu'ils s'endurcissent au froid, en raison de leur sensibilité qui s'émousse, mais parce que leur foyer de chaleur devient plus actif.

D'autres individus parmi les hommes sont semblables à l'autre tribu dont la constitution n'éprouve pas cette influence bienfaisante du froid. N'ayant pas les mêmes ressources en eux-mêmes pour subvenir à la perte de chaleur qu'ils subis-

sent en hiver, il faut qu'ils aient recours, comme les espèces dont j'ai parlé, à des moyens auxiliaires, pour se soustraire à l'impression nuisible de la saison. Il y en a qui se réchauffent difficilement, lors même que le froid est tempéré; ils ont besoin d'élever davantage la chaleur des appartements. Cette classe est plus nombreuse qu'on ne croit; elle ne se borne pas aux personnes frileuses, car l'influence nuisible du froid ne se fait pas toujours reconnaître par la sensation pénible à laquelle nous donnons le même nom; celle-ci peut être remplacée par des sensations bien différentes : par divers états de malaise, de douleur, de souffrance et d'incommodité autres que la sensation particulière que nous éprouvons généralement par un temps froid, et qui nous fait distinguer la cause qui la produit. L'absence de cette sensation spécifique nous fait prendre le change sur la cause, et faute de la reconnaître nous manquons le remède.

Pour que l'intensité de ces effets augmente, il n'est pas nécessaire que la température descende au-dessous du degré qui a commencé à les produire; il suffit qu'elle s'y soutienne. Nous avons fait voir, dans le paragraphe précédent, par des expériences sur de jeunes animaux à sang chaud, que l'application passagère du froid agit sur des constitutions de cette espèce, en diminuant la faculté de produire de la chaleur, et que cette influence s'étend au-delà du temps du refroidissement. Lors donc que l'exposition au froid est pro-

longée, les effets de chaque partie du temps s'ajoutent à ceux des parties qui les suivent. Ainsi les individus de cette classe, par la seule durée d'un même degré de froid, subissent une diminution successive dans leur faculté de produire de la chaleur.

Cette observation s'applique à un phénomène très remarquable que présentent les mammifères hibernants. Pallas nous apprend, dans son excellent ouvrage sur de nouvelles espèces de l'ordre des loirs, que, la température extérieure restant la même, l'engourdissement de ces animaux allait en augmentant avec la durée du froid. M. de Saissy a fait la même remarque; j'ai eu l'occasion de la vérifier: mais cet effet n'est pas illimité. Il en est de même de l'influence salutaire du froid sur les constitutions appropriées au climat. La persistance d'un même degré de température peut accroître leur faculté de produire la chaleur, mais cet accroissement est nécessairement borné.

CHAPITRE VI

DE L'ASPHYXIE

Nous avons vu, dans la première partie, que Le Gallois avait entrepris ses expériences sur l'asphyxie des animaux à sang chaud nouveau-nés, pour déterminer le temps qu'un fœtus humain à terme,

séparé de sa mère, peut vivre sans respirer. Cependant, il ne fit aucune application à l'homme de ses nombreuses recherches; c'est donc au lecteur à en faire, et, d'après les résultats de ces expériences, il sera porté à croire qu'un enfant nouveau-né, privé du contact de l'air, vivrait environ une demi-heure.

Mais nous avons fait voir précédemment que les mammifères à leur naissance diffèrent beaucoup entre eux par la durée de la vie dans l'asphyxie, et se divisent, sous ce rapport, en deux groupes, les uns vivant à peu près une demi-heure, les autres un bien plus court espace de temps, dont les limites, dans les expériences que j'ai faites, sont de cinq à onze minutes. Le Gallois avait bien reconnu que le jeune cochon d'Inde ne vivait que peu de temps lorsqu'on le privait d'air; mais il ne nous donne aucun moyen de juger approximativement de la durée de la vie, en pareil cas, d'un enfant né à terme. A en juger par sa faiblesse et par la longue durée de cet état, il semblerait se rapprocher du genre de vitalité des jeunes chiens, des chats et des lapins, qui sont les espèces qui peuvent se passer le plus longtemps de la présence de l'air; et l'on conclurait, par analogie, que l'enfant nouveau-né vivrait de même sans respirer environ une demi-heure. On serait d'autant plus porté à le croire, que le cochon d'Inde, qui vit si peu de temps lorsqu'il est privé d'air, naît avec la faculté de marcher et de pourvoir à sa subsistance;

ce qui le rapproche singulièrement de l'adulte.

Mais ce caractère induirait en erreur. Nous avons fait connaître, par des observations multipliées, le rapport suivant lequel les jeunes mammifères ont la faculté de vivre plus ou moins longtemps sans respirer. Ce mode de vitalité est intimement lié à la faculté de produire de la chaleur. C'est ici le cas de rappeler la division que nous avons établie à cet égard entre les jeunes mammifères : 1° ceux qui produisent si peu de chaleur qu'ils n'ont pour ainsi dire, pas de température propre ; 2° ceux qui en produisent assez pour conserver une température élevée, lorsque l'air n'est pas trop froid. Les premiers vivent le plus longtemps dans l'asphyxie; les autres un court espace de temps. Le caractère extérieur qui sert à rapporter une espèce à l'un ou l'autre groupe, consiste, comme nous l'avons remarqué, dans l'état des yeux. Or, l'enfant naît les yeux ouverts, et nous avons confirmé, par une multitude de preuves, qu'il appartient au groupe de ceux qui produisent le plus de chaleur. Il s'ensuit qu'il vivra aussi beaucoup moins de temps que les premiers lorsqu'il est privé du contact de l'air. Ce n'est qu'approximativement que nous pouvons juger de cette durée. Dans les expériences que j'ai faites sur les jeunes mammifères qui naissent les yeux ouverts, elle a été de cinq à onze minutes.

Lorsque nous parlons de la durée de la vie dans l'asphyxie, il est important de se rappeler que nous

n'en jugeons que par les signes extérieurs qui se manifestent durant l'expérience. Ces signes consistent en des mouvements volontaires ou involontaires. Lorsque l'animal ne donne plus de mouvements spontanés, on cherche à en exciter en le pinçant. Dès que ce moyen est sans effet, on cesse l'expérience. Il existe encore des mouvements intérieurs: le cœur continue à battre; mais, comme on ne peut exciter des mouvements apparents, et que l'animal n'en exécute pas spontanément, il est alors dans l'état de mort apparente. Je ne traiterai pas ici de la durée de cet état, ni des conditions qui la déterminent: c'est un ordre de phénomènes à part, et qui exige des recherches particulières, que nous réservons pour une autre occasion. Nous ne nous occuperons que des signes de vie qui se manifestent à l'extérieur durant l'asphyxie; et pour donner une idée précise des conditions dans lesquelles les observations sont faites, nous dirons qu'elles ont rapport à la privation d'air par submersion dans l'eau.

Que l'eau soit aérée ou non, les résultats sont absolument les mêmes sur les mammifères. Les phénomènes qu'ils présentent sont bien différents suivant l'époque de l'expérience; il importe de les distinguer. Dans les premiers moments, ces mouvements sont variés, multipliés, continus et évidemment volontaires: les animaux cherchent à se soustraire à la situation pénible où ils sont; mais bientôt les mouvements volontaires cessent; il est

vident qu'il y a alors perte de connaissance. Jusqu'à cette époque la bouche reste fermée, ou ne s'ouvre qu'accidentellement. Ensuite un autre ordre de phénomènes a lieu: l'animal ayant perdu connaissance, les mouvements deviennent involontaires: d'abord suspendus pendant un court intervalle, ils s'exécutent ensuite d'une manière automatique, avec une certaine régularité dans leur nature et leur retour. Toutes les parties du corps y participent : la bouche s'ouvre largement, la poitrine se dilate, le tronc se fléchit en avant, les membres se rapprochent, les muscles se relâchent aussitôt, et le corps redevient immobile. Ces mouvements se reproduisent à peu près de la même manière jusque vers la fin de l'expérience. Alors le tronc cesse peu à peu de se fléchir, les membres de se rapprocher, la poitrine de se dilater, au moins d'une manière bien sensible; mais la bouche continue à s'entr'ouvrir par intervalle, moins largement, à la vérité. Ce genre de mouvement est celui qui subsiste le plus longtemps. Il y en a quelquefois d'irréguliers qui consistent en une torsion du tronc; mais ils sont rares, et ne se présentent pas dans tous les cas. J'ai dit que les mouvements réguliers dont je viens de parler tendaient à se reproduire à des intervalles égaux. Ils se renouvellent ordinairement dans l'espace d'une ou deux minutes dans presque toute la durée de l'expérience. Vers la fin l'intervalle est plus grand; il est de trois ou quatre minutes. Le genre de mouvements est le

même, qu'ils soient spontanés ou excités en pinçant l'animal.

C'est une chose remarquable que les mouvements volontaires soient toujours de courte durée, même chez les individus qui vivent le plus longtemps, lorsqu'ils sont asphyxiés. Ainsi, les chiens, les chats, les lapins, etc., nouveau-nés, quoiqu'ils puissent, en pareil cas, vivre une demi-heure, cessent de se mouvoir volontairement, et perdent connaissance ordinairement au bout de trois ou quatre minutes. C'est une observation que j'ai bien souvent répétée, et qui a toujours fixé mon attention.

Ainsi, Buffon s'est trompé dans ses expériences sur la submersion des petits chiens, lorsqu'il croit qu'ils n'ont pas souffert du manque de respiration pendant une demi-heure. Comme ils étaient plongés dans du lait, il n'a pu voir les phénomènes qu'ils présentaient. Ce célèbre naturaliste a été induit en erreur par la facilité avec laquelle les petits chiens se sont rétablis. C'est que les mouvements involontaires n'ayant pas cessé, la respiration a eu lieu de suite dans l'air; cependant l'un des individus qui avaient subi trois fois cette épreuve mourut, non immédiatement après l'expérience, mais le même jour.

Il faut remarquer ici que les petits chiens peuvent donner des signes de vie pendant plus d'une demi-heure, lorsqu'ils sont submergés. J'en ai vu vivre sous l'eau pendant 0 h. 54 m.; mais ce cas est rare. Si on les laissait dans l'eau jusqu'au mo-

ient où ils ne donnent plus de mouvements, soit
'eux-mêmes, soit en les excitant, ils ne se rétabli-
aient plus par l'exposition à l'air; du moins je n'ai
mais eu l'occasion de l'observer ni sur eux ni sur
'autres espèces de mammifères. Je ne fais cette
bservation qu'en passant; car elle se rapporte à
a possibilité de rappeler à la vie après la mort
pparente; sujet que je ne me suis pas proposé
e traiter ici. Je me contenterai d'observer que
homme est dans une des conditions les plus fa-
orables pour que l'exposition à l'air le ranime.
ous en parlerons ailleurs.

Par la description que j'ai donnée des phénomè-
es de la vie pendant la submersion, on jugera fa-
ilement si le moyen proposé par Buffon, dans le
assage suivant, peut atteindre le but qu'il s'était
roposé par la répétition de ce genre d'épreuves.

« Je n'ai pas suivi, dit-il, ces expériences plus
oin; mais j'en ai assez vu pour être persuadé que
a respiration n'est pas aussi absolument néces-
aire à l'animal nouveau-né qu'à l'adulte, et qu'il
erait peut-être possible, en s'y prenant avec pré-
aution, d'empêcher de cette façon le trou ovale de
e fermer, et de faire par ce moyen, d'excellents
longeurs et des espèces d'animaux amphibies, qui
ivraient également dans l'air et dans l'eau. »

Supposons que la répétition fréquente des sub-
nersions, à dater de la naissance, puisse conser-
er à l'adulte le même genre de vitalité qu'il avait
lans l'enfance, par lequel il peut vivre un assez

long espace de temps sans respirer, il faut cepen-
dant, pour être bon plongeur, avoir l'usage des sen
et des mouvements volontaires; or, nous avons vu
que les mammifères nouveau-nés perdent ordinai-
rement connaissance en trois ou quatre minutes, e
qu'ils ont peu d'avantages à cet égard sur les adul
tes.

Je me suis souvent informé, aux écoles de na
tation de Paris, du temps que les meilleurs plon
geurs peuvent passer sous l'eau; j'ai appris que l
plus long espace est de trois minutes; encore y a-t
il peu d'hommes en état de plonger aussi longtemps

Quant à l'enfant, nous avons vu qu'à cause d
sa grande production de chaleur, il est dans l
classe de ceux qui, à leur naissance, ne vivraien
que peu de temps lorsqu'ils sont submergés dan
l'eau, en faisant même abstraction de la différenc
des mouvements volontaires et involontaires.

La chaleur, qu'elle soit produite ou qu'elle vienn
du dehors, a des effets semblables sur ce mode d
vitalité.

Il n'est pas de caractère physiologique qui dis
tingue plus éminemment les vertébrés à sang froi
des animaux à sang chaud que la grande diffé
rence de la durée de leur vie lorsqu'ils sont pri
vés d'air; mais ce caractère dépend moins de leu
nature que des conditions dans lesquelles ils son
placés. Nous avons vu que des batraciens peuven
vivre deux ou trois jours dans de l'eau privée d'air
mais dans quelles circonstances? Cette longue du

ée de la vie dépend de deux conditions extérieures: 1° que l'eau dans laquelle ils sont plongés soit à éro, ou peu au-dessus de ce terme ; 2° que la température de l'air ait été, longtemps avant l'expérience, à un degré à peu près semblable, pour que a constitution de ces animaux ait éprouvé une odification dépendante de cette longue durée du oid.

Mais, si l'on fait la même expérience en été, dans e l'eau à 20°, ils ne vivent qu'environ une heure, n peu plus un peu moins, suivant l'intensité de a chaleur précédente. Nous voyons déjà qu'ils ne iffèrent guère de quelques individus, parmi les nimaux à sang chaud nouveau-nés, tels que de petits chiens qui peuvent vivre comme je l'ai observé i-dessus, jusqu'à 0 h. 54 m., dans de l'eau également à 20°. Maintenant, si au lieu de ce degré, on orte l'eau à la température de 40°, terme moyen e celle des animaux à sang chaud, les batraciens u'on y plonge ne vivent pas plus longtemps que es mammifères adultes. Il en est de même des oissons, surtout de ceux des petites espèces; et a différence pour les autres n'est que de quelques inutes. Les lézards gris dans les mêmes conditions ont vécu à peu près 0 h. 6 m. On voit par là ue la chaleur, soit produite, soit extérieure, exerce ne influence semblable sur la durée de la vie dans asphyxie.

Relativement à l'influence du froid, il est évident que nous ne pouvons pas obtenir des résul-

tats aussi marqués dans les expériences comparatives sur les animaux à sang chaud et les vertébrés à sang froid. D'abord, les mammifères et les oiseaux, quel que soit leur âge, ne supportent pas un aussi grand abaissement de leur température que les reptiles et les poissons; en second lieu, dans le cas d'un abaissement égal de température, les animaux à sang chaud ne peuvent pas, en général, persister longtemps dans cet état: condition la plus importante pour prolonger la durée de la vie dans l'asphyxie. C'est sous ce rapport que les vertébrés à sang froid diffèrent considérablement des animaux à sang chaud. Cependant s'il était, parmi les mammifères ou les oiseaux, quelques espèces susceptibles de présenter les deux phénomènes suivants: 1° de subir un grand abaissement de température; 2° de vivre longtemps dans cet état sous l'influence d'un air froid, il faudrait conclure, des rapports établis plus haut, que ces animaux à sang chaud se rapprocheraient beaucoup des reptiles et des poissons, par la faculté de vivre longtemps sans le contact de l'air. Or, nous savons qu'il existe de pareilles espèces: les mammifères hibernants. Il est facile de prévoir quelle sera à peu près la durée de leur vie, lorsqu'ils sont privés d'air par submersion dans l'eau en été. Rappelons-nous que dans cette saison, ils ont une chaleur élevée, semblable à celle de beaucoup d'autres mammifères et de plus, qu'ils ont été soumis à l'influence de cette chaleur pendant toute la durée précédent

de la belle saison. Ils seront donc dans des conditions qui déterminent la plus courte durée de la vie dans l'asphyxie.

J'ai asphyxié dans de l'eau à 20° des chauves-souris, à une époque où elles n'étaient pas engourdies: elles ne vécurent que de quatre à cinq minutes. Changeons maintenant les conditions de l'expérience : qu'une espèce quelconque d'animaux hibernants ait subi le plus grand abaissement de température dont elle est susceptible; qu'elle ait vécu longtemps dans cet état sous l'influence d'un air froid, il est facile de prévoir que, participant alors de la manière de vivre des vertébrés à sang froid en hiver, elle présentera des phénomènes analogues dans la durée de la vie, lorsqu'elle sera privée d'air. Spallanzani nous fournit des faits intéressants qui font voir la justesse de cette vue. Il plaça, dans un récipient contenant de l'acide carbonique, à la température — 12°, une marmotte profondément engourdie, et par conséquent dans les conditions que nous avons exposées plus haut. Elle n'y donnait aucun signe de malaise pendant toute la durée de l'expérience. Spallanzani la retira au bout de 4 h., sans qu'elle eût paru souffrir de cette épreuve; et certes, elle y aurait vécu plus longtemps si on l'avait laissée dans le gaz. Remarquons, en outre, que ce gaz est très délétère; qu'il n'agit pas seulement en privant l'animal du contact de l'air atmosphérique, mais aussi par une propriété qui tend à éteindre la vie, quoique

quelques physiologistes aient pensé, d'après certains résultats d'expériences, qu'il n'est pas plus délétère que l'azote et l'hydrogène.

Les faits que je viens d'exposer prouvent évidemment que la température agit de la même manière sur tous les vertébrés pour augmenter ou diminuer la durée de la vie dans l'asphyxie. L'échelle de température à laquelle ces observations se rapportent est de 0° à 40° centigrades. Il est remarquable qu'à la limite supérieure il y ait si peu de différence dans le temps que les animaux peuvent vivre sans respirer. Ce n'est qu'à des degrés inférieurs que ces différences deviennent plus marquées, suivant les espèces, et d'autant plus que l'on approche davantage de la limite inférieure.

J'ai dit que ces différences dépendaient principalement des deux conditions : du degré d'abaissement de température que les espèces peuvent supporter, et du temps pendant lequel elles peuvent persister dans cet état sous l'influence d'un air froid.

Le lecteur pensera peut-être que je rapporte toutes les variétés dans la durée de la vie, lorsque les animaux sont privés de la respiration, aux seules causes que je viens d'indiquer; mais rien ne serait plus contraire à l'esprit de ces recherches. Dans les phénomènes de la vie, les causes qui les produisent et qui déterminent leur mesure sont toujours très compliquées. Il me suffit d'avoir démontré que la température exerce, sur ce

phénomène de la vie, une influence commune à tous les vertébrés, et d'avoir déterminé le sens dans lequel elle agit. D'autres causes, sans doute, comme celles qui dépendent de l'organisation, etc., concourent à modifier la durée de la vie, lorsque les animaux sont privés d'air; mais la recherche de toutes ces causes, en supposant qu'on puisse les déterminer, n'entre pas dans le plan de cet ouvrage.

Dans le cas où un vertébré est entièrement privé du contact de l'air, quelles sont les principales fonctions qui s'exercent dans ce mode d'existence, et quelle est leur influence? On sait que l'air atmosphérique, en agissant sur les organes respiratoires, donne au sang une qualité particulière que l'on reconnaît à sa couleur vermeille, et qu'on désigne ordinairement sous le nom de sang artériel. Le sang privé de cette influence de l'air prend une couleur sombre; à cause de cette nuance, on l'a souvent appelé sang noir. Nous ne le distinguons avec d'autres physiologiste que sous le nom de sang veineux.

Lorsqu'on intercepte entièrement les rapports de l'air avec l'économie, comme dans la submersion, la circulation continue; mais le sang qui circule perd sa qualité artérielle, et devient bientôt du sang veineux. Une autre fonction principale s'exerce en même temps : celle du système nerveux. Je ne m'occuperai que de celles que je viens de nommer, puisqu'on est généralement d'accord pour

regarder les autres comme leur étant subordonnées. Il s'agit de savoir si la circulation du sang devenu veineux contribue à l'entretien de la vie. On a vu dans le premier chapitre de cet ouvrage que cette question est décidée relativement aux reptiles. On peut se rappeler que je m'en suis assuré de la manière suivante: j'ai supprimé la circulation sur un certain nombre de batraciens, en excisant le cœur et le bulbe de l'aorte; j'ai laissé intacts d'autres individus de même espèce; je plaçai les uns et les autres dans de l'eau non aérée à la même température. La différence dans la durée de la vie était considérable, les salamandres dont la circulation était supprimée ne vivant que sept à huit heures, celles chez qui la circulation subsistait vivant trois fois plus longtemps.

La circulation du sang veineux contribue-t-elle à prolonger la vie des animaux à sang chaud lorsqu'ils sont asphyxiés? Cela est évident pour les jeunes mammifères. J'ai fait sur des chats des expériences analogues aux précédentes sur les reptiles. Les individus dont la circulation était supprimée par l'excision du cœur, et submergés dans de l'eau ne vivaient en général qu'un quart d'heure; d'autres que je laissais dans leur intégrité, plongés dans de l'eau à la même température, donnaient des signes de vie pendant environ une demi-heure.

On ne verrait pas facilement dans des expériences sur des animaux à sang chaud adultes l'influence de la circulation du sang veineux, parce

que la privation d'air cause si promptement la mort apparente, qu'il est inutile de chercher à déterminer les petites différences qui, d'ailleurs, pourraient ne pas être sensibles; mais on ne saurait douter que la circulation du sang veineux ne contribue à entretenir la vie de ces animaux après la cessation des mouvements extérieurs, et durant cet état que nous désignons sous le nom de « mort apparente ».

Ces observations nous conduisent à examiner la fonction sur laquelle la température agit, suivant son degré, pour prolonger ou abréger la vie durant l'asphyxie.

On conçoit que la température, dans l'échelle de 0° à 40°, puisse agir directement ou indirectement, n'importe lequel, sur les mouvements du cœur des animaux asphyxiés. Comme nous avons prouvé que la circulation contribue puissamment à prolonger la vie des animaux qui vivent longtemps privés d'air, il s'ensuit que les différents degrés de vitesse du cœur peuvent influer diversement sur la durée de la vie. Il est de fait que la vitesse des mouvements du cœur est très différente chez les animaux plongés sous l'eau, suivant le degré de température de ce liquide. Chez les reptiles comme chez les jeunes mammifères, ils sont le plus lents à 0° et très précipités à 40°.

Nous supposerons que la vitesse du cœur qui convient le plus pour prolonger la vie des animaux asphyxiés est celle qui est déterminée par la tem-

pérature à laquelle ils vivent le plus longtemps, et nous nous demanderons si cette même température n'a pas une action spéciale sur le système nerveux pour favoriser ses fonctions. Je m'en suis assuré de la manière suivante : Vers la fin du mois de décembre la température précédente ayant été très froide, le cœur fut enlevé à huit grenouilles. On en plaça quatre dans de l'eau à 20° et quatre autres dans de l'eau à la température de la glace fondante. Les individus de la première série vécurent l'un dans l'autre une heure trois minutes, ceux de la seconde huit heures cinquante-cinq minutes. La température agit donc sur les grenouilles dont la circulation est supprimée et qui sont, pour ainsi dire, réduites à la seule action du système nerveux, de la même manière que sur celles dont la circulation est en pleine action. J'ai excisé le cœur à trois chats nouveau-nés: j'ai mis l'un dans de l'eau à 20°, un autre dans de l'eau à 40° et le troisième dans de l'eau à 0°. Le premier vécut 0 h. 13 m. 30 s.; le second 0 h. 7., et le troisième 0 h. 5 m.; or, ces animaux ne vivaient que par le système nerveux et musculaire; et si l'on compare le résultat de ces expériences à celles que j'ai rapportées ailleurs, relativement à des individus de même espèce dont la circulation n'était pas supprimée et qui étaient placés dans les mêmes conditions, on verra que la température a exercé sur les uns et les autres une influence analogue. En effet, c'est dans de l'eau à 20° qu'ils ont

vécu le plus longtemps, beaucoup moins à 40°; enfin la plus courte durée était à 0°. La température, dans les limites indiquées, exerce donc une influence directe sur la vitalité du système nerveux.

CHAPITRE VII

DES MODIFICATIONS DE LA RESPIRATION SUIVANT LES ESPÈCES, L'AGE, ETC.

Si les animaux peuvent différer beaucoup entre eux dans la durée de la vie, lorsque le contact de l'air est supprimé, ils ne diffèrent pas moins dans leurs rapports avec l'air de la respiration. Cet aliment de la vie n'est pas consommé par tous dans la même proportion, il s'en faut de beaucoup. Nous en avons donné plusieurs exemples dans la première partie de cet ouvrage, où nous avons traité des animaux à sang chaud; mais la comparaison de ces vertébrés avec d'autres dont la respiration est aérienne, présente des différences beaucoup plus considérables. Choisissons-les à peu près de même volume et à l'époque où les vertébrés à sang froid jouissent de toute leur activité.

Qu'une grenouille soit placée sur un diaphragme à claire-voie, dans une cloche renfermant un

litre d'air, au-dessus d'une forte dissolution de potasse pure, pour absorber l'acide carbonique provenant de l'altération de l'air par la respiration; qu'on en fasse de même avec un bruant de même volume: celui-ci y vivra environ une heure; la grenouille de trois à quatre jours. Cette grande différence dans la durée de la vie ne dépend pas ici de ce que la grenouille, après avoir consommé tout l'air qui peut servir à la respiration, est en état de vivre longtemps sans exercer cette fonction. Elle y respire continuellement tant que l'air est respirable, et succombe bientôt lorsqu'il cesse de l'être. On a vu que ces animaux, privés du contact de l'air en été, ne sauraient vivre plus d'une ou deux heures. La grande différence dans la durée de la vie ne dépend pas non plus de ce que la grenouille peut tirer un plus grand parti de cet air, en le dépouillant de ses dernières particules d'oxygène. Lorsqu'on fait l'expérience comme je viens de l'indiquer, en absorbant l'acide carbonique, au fur et à mesure qu'il se forme, l'oiseau a la faculté de consommer une plus grande quantité d'oxygène. Il en reste si peu à la fin de l'expérience, quand l'air n'est plus propre à l'entretien de la vie, que les proportions diffèrent peu dans l'un et l'autre cas. Je n'entre pas dans les détails: tout ce qui est relatif à l'analyse de l'air respiré est réservé pour un autre ouvrage.

L'énorme disproportion entre la durée de la vie du reptile et de l'oiseau, dans des quantités égales

d'air, tient essentiellement à la vitesse respective avec laquelle ils consomment l'air: cela est reconnu; mais il convient de fixer l'attention sur quelques-unes des conditions de cette différence.

Il en est qui sont évidentes. A ne considérer que les poumons, il est manifeste que la surface en contact avec l'air est plus étendue chez l'oiseau, non par la différence du volume de ces organes, mais parce que les cellules en sont plus multipliées. L'étendue et la fréquence des mouvements respiratoires sont un indice qu'il entre plus d'air dans les poumons des oiseaux. Voilà des conditions qui doivent contribuer à leur donner la faculté de consommer plus d'air dans un temps donné: de plus, on voit que leurs poumons contiennent beaucoup plus de sang. Or, c'est principalement au sang qu'on attribue la puissance d'altérer l'air. Toutes ces conditions en faveur des oiseaux se réduisent à la multiplication du contact de l'air: elles peuvent être regardées comme des données physiques, puisqu'elles consistent dans des rapports de quantité; mais il en est sans doute d'une autre nature qui ne sont pas d'une moindre importance. Si le sang a une grande influence par sa quantité, n'en aura-t-il pas aussi par sa qualité? Il suffit de comparer par la simple inspection le sang de la grenouille et de l'oiseau: on reconnaît de suite que le sang du reptile est plus aqueux. De cette seule différence il doit en résulter une dans les rapports du sang avec l'air; car personne n'est disposé à rapporter l'altération

de l'air à la partie aqueuse du sang, mais à la substance animale qui le caractérise. Or, elle est en moindre proportion dans l'espèce, où il y a le plus d'eau, le sang du reptile; mais il y a plus, et cette différence est tout à fait fondamentale. Le sang, observé à la vue simple, ne présente pas l'aspect de l'organisation; mais on a reconnu depuis longtemps, à l'aide du microscope, que la matière solide consiste en corpuscules de forme régulière. D'après les dernières recherches faites en Angleterre par Sir Edward Home, et récemment à Genève par MM. Prévost et Dumas, ces particules sont constamment composées d'un sphéroïde incolore, et d'une enveloppe colorée en rouge. Quoique la forme de ces globules soit elliptique chez le reptile et l'oiseau, ils sont de dimensions très différentes, et beaucoup plus grandes chez la grenouille que chez l'oiseau. MM. Prévost et Dumas, dans leur excellent travail sur le sang, en ont donné la mesure.

Ainsi, la qualité du sang dans ces deux espèces diffère essentiellement par le nombre et les dimensions des globules.

Je n'ai fait cette comparaison que pour faire sentir que la grandeur des surfaces en rapport avec l'air, la fréquence et l'étendue des mouvements, la quantité de sang qui passe par les poumons, ne sont pas les seules causes qui doivent influer sur la consommation d'air.

Ici la différence dans la nature du sang est si

grande, qu'elle ne doit pas moins influer que sa quantité sur le phénomène qui nous occupe. D'autres causes y contribuent sans doute; mais il serait prématuré de chercher maintenant à entrer plus avant dans ce sujet.

Les mêmes conditions d'organisation qui, chez la grenouille, rendent la consommation d'air beaucoup plus lente que chez l'oiseau, se reproduisent dans tous les reptiles et les poissons.

Les mammifères se rapprochent beaucoup des oiseaux par la quantité d'air qu'ils consomment. Cette différence dans l'étendue de la respiration établit une distinction remarquable entre les vertébrés, et en forme deux groupes, l'un renfermant les reptiles et les poissons, l'autre les mammifères et les oiseaux.

Cette division est encore fondée sur un autre caractère non moins important qui a fait donner aux uns la dénomination de vertébrés à sang froid, aux autres celle de vertébrés à sang chaud. On a reconnu par là qu'il devait y avoir une liaison entre la production de chaleur et la consommation d'air, quels que soient d'ailleurs les liens qui unissent ces deux fonctions; de plus on a observé un rapport semblable entre les mammifères et les oiseaux. A ces faits, connus depuis longtemps, j'en ai ajouté deux autres relatifs aux modifications de l'âge et à l'influence des saisons.

Ayant constaté que les mammifères qui naissent les yeux fermés et les oiseaux qui éclosent

sans plumes se rapprochent beaucoup, dans les premiers temps de la vie, des vertébrés à sang froid, par les phénomènes de chaleur animale, j'ai été porté, par l'analogie, à penser qu'il en serait de même de leur consommation relative d'air. L'expérience a confirmé cette opinion et m'a fait reconnaître que le développement de la chaleur chez les mammifères et les oiseaux en général, va en augmentant avec la consommation d'air, depuis la naissance jusqu'à l'âge adulte.

Ensuite ils subissent des variations dans l'une et l'autre fonction, suivant l'influence des saisons. Les individus qui, par l'abaissement successif de la température extérieure, acquièrent la faculté de produire plus de chaleur, subissent en même temps un changement de constitution qui leur fait consommer plus d'air. Il faut se rappeler qu'il ne s'agit pas d'un effet provenant d'une différence dans la vitesse des mouvements respiratoires ni dans les variations de la densité de l'air, mais d'une modification intime de l'économie, quelle qu'en soit la nature. Le contraire a lieu par l'élévation lente et progressive de la température extérieure, diminution dans la production de chaleur et dans la consommation d'air.

Ces observations ne sont applicables qu'aux individus qui, parmi les animaux à sang chaud et les hommes, supportent bien les vicissitudes de chaleur et de froid, dans les saisons opposées de l'été et de l'hiver. Les autres individus que nous

avons désignés comme n'étant pas appropriés au climat, parce que leur production de chaleur diminue par l'influence de la saison froide, pourraient présenter le phénomène inverse relativement à la respiration. Cela est vrai, du moins pour ceux que nous avons regardés comme l'extrême de ce tempérament, les mammifères hibernants. M. de Saissy a comparé la respiration de la marmotte, du hérisson, du lérot et de la chauve-souris dans l'état de veille, aux mois d'août et de novembre. Ils ont consommé moins d'air à cette dernière époque.

CHAPITRE VIII

DE L'ACTION COMBINÉE DE L'AIR ET DE LA TEMPÉRATURE

Il est facile, chez certains animaux, de faire varier leur rapport avec l'air, dans une grande étendue, sans qu'ils cessent de vivre, pourvu qu'on les place dans des conditions convenables. On peut en profiter pour étudier l'influence que la température exerce sur la vie dans les cas où l'on fait varier l'étendue de la respiration. J'ai présenté, dans la première partie de cet ouvrage, plusieurs faits sur lesquels la connaissance de ce rapport peut être fondée. Je les rappellerai succinctement,

et j'en ajouterai plusieurs autres, afin que l'on puisse juger de la généralité de cette relation.

Nous avons constaté que plusieurs espèces de batraciens, telles que la grenouille, le crapaud et la salamandre, peuvent vivre sous l'eau, aux dépens de l'air contenu dans ce liquide, et que l'air agit uniquement sur la peau. Il n'y a donc plus de respiration pulmonaire; l'animal est réduit à la respiration cutanée, encore cette fonction est-elle à son minimum, puisque l'air contenu dans l'eau s'y trouve en très petite proportion. L'air, en ce cas, ne peut avoir qu'une faible action vivifiante. Elle suffit cependant pour entretenir la vie de l'animal, tant que la température de l'eau se trouve entre 0° et 10°; mais, si la température du liquide s'élève au delà de ce terme, tandis que les animaux restent dans la même condition de respiration bornée, la plupart périssent. Pour remédier aux effets délétères de cette faible chaleur, il faut étendre les rapports avec l'air; son action vivifiante sera augmentée, et la vie sera conservée. Ces animaux ne peuvent étendre leurs rapports avec l'air qu'en montant à la surface pour exercer la respiration pulmonaire. C'est par ce moyen qu'ils entretiennent l'équilibre entre les effets de la chaleur et l'influence de l'air. Lorsqu'ils vivent en liberté dans les eaux des marais, des étangs et des petites rivières, ils peuvent se tenir sous la surface tant que la température ne s'élève pas au-dessus de 10°, comme il arrive ordinairement en automne, en hi-

ver et au commencement du printemps; mais, pour peu qu'elle dépasse ce terme, ils sont dans la nécessité de monter pour puiser de l'air dans l'atmosphère. Ayant reçu cette influence vivifiante par un surcroît de respiration, ils sont en état de séjourner de nouveau sous l'eau, et d'autant plus longtemps que la température est moins élevée au-dessus de 10°; mais, à mesure que la chaleur augmente, la durée de leur séjour sous l'eau diminue; ils sont successivement obligés de remonter plus fréquemment à la surface, jusqu'à ce qu'il vienne une époque où ils ne peuvent presque plus se passer de la respiration pulmonaire.

Il est un autre mode de respiration auquel ils sont forcés de recourir dans les plus fortes chaleurs de l'été. Alors la respiration pulmonaire, aidée de la respiration cutanée dans l'eau, ne suffit plus pour contrebalancer l'effet de cette haute température. Il faut qu'ils sortent de l'eau pour mettre la peau en rapport avec l'air de l'atmosphère, dont l'action est plus vive sur cet organe que celle de l'air dissous dans l'eau. Par cette augmentation de la respiration cutanée, ils sont en état de supporter ce haut degré de chaleur: s'ils n'avaient pas cette ressource, ils périraient en grand nombre. Ce que je viens de dire est une conséquence nécessaire du rapport entre les effets de la chaleur et de l'air. L'été dernier, remarquable par la durée et l'intensité de la chaleur, a fourni l'occasion de vérifier cette conséquence. M. Bosc m'a rapporté

un fait qui confirme ce que j'avais avancé à ce sujet. Il a un bassin, dans une de ses pépinières, dont les bords sont trop escarpés pour que les grenouilles puissent en sortir. Dans le fort de l'été dernier, ces animaux, ne pouvant recourir à ce moyen pour étendre leur respiration, périssaient en grand nombre. Il est évident qu'en exposant la peau à l'air, ils ont l'avantage de se refroidir par évaporation, comme nous le verrons ailleurs; mais de plus, l'accroissement de la respiration cutanée par le contact de l'atmosphère est un moyen puissant de contrebalancer les effets de la chaleur.

Les effets combinés de la température et de l'air sont les mêmes sur les poissons. Nous en avons donné la preuve fondée sur l'expérience. Nous allons en faire l'application à ce qui se passe dans la nature. Les poissons, en hiver, peuvent vivre sous l'eau sans venir respirer à la surface; mais diverses espèces, à mesure que la température s'élève au printemps et en été, sont dans la nécessité, suivant leur susceptibilité pour la chaleur, d'étendre leurs rapports avec l'air en venant fréquemment respirer celui de l'atmosphère. Comme c'est là ordinairement la limite de leur respiration, si la chaleur de la saison devient très forte, elle en fait périr un grand nombre. Mais les espèces qui souffrent moins de la perte par évaporation dans l'air trouvent le moyen de supporter cette chaleur, en exposant, pour un temps, la peau et les branchies à l'action vivifiante de l'air: c'est ce que l'on voit quelquefois

chez certaines espèces, qui se tiennent à l'ombre en grande partie hors de l'eau, sur des tiges et des feuilles de nénuphar, ou qui quittent leur élément pour se jeter sur les bords. Ils sont alors entièrement exposés à l'action de l'atmosphère, et y respirent comme des animaux terrestres.

Les faits précédents sont compliqués d'un changement de milieu dont l'influence, à température égale, peut être très différente sur l'économie, et qui l'est en effet, indépendamment du résultat de l'évaporation dans l'air; mais on verra, par les expériences suivantes, dans lesquelles cette complication n'existe pas, que cette action n'est qu'accessoire.

Des batraciens peuvent vivre dans l'air, en supprimant l'action des poumons. J'ai exposé ailleurs les détails de ces faits. Il suffit de rappeler que des grenouilles privées de poumons ont vécu longtemps à l'air par la seule respiration cutanée, lorsqu'on prend les précautions nécessaires pour entretenir leur humidité. Elles vivent ainsi en hiver et dans les temps où la température est basse; mais, si l'on supprime de la même manière l'action des poumons en été, elles meurent presque aussi promptement que si on les privait entièrement du contact de l'air par submersion dans l'eau. L'action vivifiante de l'atmosphère sur la peau est trop faible pour contrebalancer l'effet délétère de la chaleur de l'été. Remarquez cependant qu'elles ont alors le secours d'une plus forte évaporation par transpira-

tion pour les refroidir; mais cet avantage est trop faible. Il faudrait qu'elles pussent étendre leurs rapports avec l'air par le moyen des poumons pour supporter cette haute température.

On reconnaît la même relation entre les effets combinés de la chaleur et de l'air, en variant les moyens de borner la respiration. Une enveloppe solide mais poreuse diminue l'étendue du contact de l'air. Des batraciens ont vécu un temps considérable enfouis dans du plâtre. Ces expériences ont été faites en hiver. Ils supportent alors cette respiration bornée, parce que la température est faible. Il n'en est pas de même en été: je les ai vu périr alors dans les mêmes enveloppes, presque aussi promptement que s'ils avaient été plongés sous l'eau. Si, à cette époque, au lieu de plâtre on se sert de sable, comme il admet plus d'air, ils peuvent y vivre beaucoup plus longtemps.

On ne saurait douter que ce rapport de la chaleur et de la respiration ne s'étende aux animaux à sang chaud. Une observation de Le Gallois nous fournit la preuve qu'il a lieu chez de jeunes mammifères. La section de la huitième paire produit, entre autres phénomènes, une diminution considérable dans l'ouverture de la glotte; elle est telle chez les chiens nouveau-nés ou âgés d'un ou deux jours, qu'il entre très peu d'air dans les poumons; et cette quantité est si petite que, lorsqu'on fait l'expérience dans les circonstances ordinaires, l'animal périt aussi promptement que s'il était entiè-

rement privé d'air; il vit environ une demi-heure. Mais si l'on fait la même opération sur des individus de même espèce et de même âge, engourdis par le froid, ils peuvent vivre toute une journée. Dans le cas précédent, le peu d'air qu'ils respirent ne saurait balancer l'effet de la chaleur; mais, dans l'engourdissement par le froid, la même quantité d'air suffit pour prolonger considérablement la vie.

Nous avons dit que ce principe devait être général: nous allons en faire l'application à l'âge adulte, et particulièrement à l'homme. Un individu est asphyxié par la trop grande quantité d'acide carbonique dans l'air qu'il respire; les battements du pouls ne sont plus sensibles; on ne voit point de mouvements respiratoires: cependant sa chaleur est encore élevée. Comment doit-on agir, d'après ce que nous avons exposé précédemment, pour le rappeler à la vie? Quoiqu'on ne voie plus de mouvements respiratoires, cependant tous les rapports avec l'air ne sont pas supprimés. L'air est en contact avec la peau, sur laquelle il exerce une action vivifiante; il l'est aussi avec les poumons, dans lesquels il se renouvelle par les agitations qui ont toujours lieu dans l'atmosphère, et par la chaleur du corps qui le raréfie. Le cœur continue à battre, et entretient un certain degré de circulation, quoiqu'on ne l'aperçoive pas aux battements du pouls. La chaleur du corps est trop élevée pour que le faible degré de respiration produise sur l'économie tout l'effet dont il est suscep-

tible. Il faut donc la réduire; soustraire l'individu à l'atmosphère délétère; le dépouiller de ses vêtements pour que l'air ait une action plus étendue sur la peau; l'exposer ainsi au froid, quand même ce serait en hiver; lui jeter de l'eau froide à la figure, jusqu'à ce que les mouvements respiratoires reparaissent. C'est précisément la méthode consacrée par la pratique pour ranimer un homme en pareil cas. Ce qui a été exposé plus haut nous en fait voir la raison. On voit de même que si, au lieu du froid, on appliquait la chaleur d'une manière soutenue, ce serait un des moyens les plus efficaces pour éteindre la vie. Cette conséquence est également confirmée par l'expérience.

Dans les défaillances subites plus ou moins fortes, lorsque le pouls est faible ou imperceptible, les mouvements respiratoires ralentis ou peu étendus, l'usage des sens et des mouvements volontaires suspendu, les personnes les plus étrangères à la médecine savent qu'il faut employer des méthodes de réfrigération, telles que l'exposition à l'air, la ventilation, l'aspersion avec de l'eau froide; et l'efficacité de cette méthode s'explique par le principe exposé plus haut.

De même dans des accès violents d'asthme, lorsque l'étendue de la respiration est diminuée au point que le malade éprouve de la suffocation, il recherche le froid, même dans les temps les plus rigoureux; il ouvre les fenêtres, respire un air glacial, et se trouve soulagé.

CHAPITRE IX

EFFETS DE LA TEMPÉRATURE SUR LES MOUVEMENTS RESPIRATOIRES ET CIRCULATOIRES

L'organisation des animaux vertébrés à respiration aérienne leur fournit plusieurs moyens de faire varier promptement leurs rapports avec l'air. Ces moyens consistent principalement dans les mouvements du thorax et de l'abdomen d'une part, et de l'autre dans ceux du cœur et des vaisseaux sanguins. Les premiers sont les mouvements respiratoires, les derniers ceux de la circulation. Il est rare que les uns s'accélèrent ou se ralentissent sans que les autres subissent un changement semblable.

Personne n'ignore que la volonté peut régler les mouvements respiratoires, les ralentir, les précipiter ou les arrêter; mais elle y préside rarement. Une autre force les détermine, les entretient et les contrôle. Ils ont lieu, dans le cours ordinaire de la vie, sans notre participation et presque à notre insu, à moins qu'une gêne ou un bien-être inaccoutumé ne nous en avertisse. Si quelquefois la volonté y intervient, ce n'est que pour de courts instants. Ils suivent habituellement une marche ré-

glée où le même nombre de mouvements se reproduit dans les mêmes intervalles de temps.

Ce rythme se soutient avec très peu d'altération tant que les circonstances extérieures et la constitution restent les mêmes.

Cette observation est applicable à tous les vertébrés à respiration aérienne. Etudions les rapports suivant lesquels ces mouvements respiratoires sont affectés par la température extérieure.

On sait que l'élévation de la température accélère les mouvements; c'est un phénomène général: seulement le degré qui produit cet effet n'est pas le même pour tous. L'utilité de cette accélération se déduit des faits que nous avons précédemment exposés. Elle n'a ordinairement lieu, d'une manière bien sensible, que lorsque la chaleur est accablante ou qu'elle est très incommode.

Comment contrebalancer cet effet? Nous l'avons vu plus haut. Etendez les rapports avec l'air, vous augmenterez son action vivifiante. C'est ce que fait l'économie lorsqu'elle est péniblement affectée par une trop forte chaleur. Les mouvements respiratoires deviennent plus rapides ou plus amples; par ce moyen, plus d'air se met en contact dans un temps donné avec les poumons, et ranime ce que la chaleur abat. Je n'ai pas besoin de répéter ici ce que j'ai dit ailleurs, que cet effet est indépendant de l'évaporation qui peut avoir lieu par les poumons; mais de cette augmentation des mouvements respiratoires nécessaire pour s'opposer, au

moins pour un temps, aux effets de la température extérieure, naît un ordre de phénomènes différents de ceux de la santé, et qui caractérisent un type particulier de fièvre.

Il y a une certaine étendue de température moyenne dans laquelle les mouvements respiratoires conservent à peu près le même type. Cette latitude est plus ou moins grande, suivant les constitutions. Nous en examinerons plus tard les rapports.

Nous venons d'exposer les effets des degrés qui surpassent la limite supérieure, effets communs à tous les vertébrés à respiration aérienne.

Nous passerons maintenant à l'abaissement de la température au-dessous de la limite inférieure. Ici les effets ne sont pas uniformes chez tous les vertébrés, comme dans le cas précédent. Le froid, lorsqu'il influe sur les mouvements respiratoires des reptiles, les ralentit progressivement, suivant son intensité, jusqu'à ce qu'il les arrête. La vie alors est prête à s'éteindre. Je ne rechercherai pas ici combien de temps ils peuvent vivre dans un engourdissement aussi profond: il est sûr que si le froid est assez gradué pour ne pas dépasser le degré où il suspend les mouvements respiratoires, la vie, quelque languissante qu'elle soit, se soutient plus ou moins longtemps. Les conditions dont cette durée dépend sont absolument étrangères au sujet qui nous occupe.

Dans tous les degrés intermédiaires entre la plus

faible action du froid qui commence à ralentir les mouvements respiratoires et la plus forte qui les arrête, nous voyons ce rapport entre la chaleur du corps et l'étendue de la respiration dont nous avons fait voir la nécessité pour l'entretien de la vie.

Si, pendant que la respiration se ralentit par le froid, la chaleur de ces animaux pouvait se soutenir, la vie chez la plupart ne tarderait pas à s'éteindre. Je n'ai pas besoin d'insister sur ce point, dont j'ai donné des preuves multipliées dans le chapitre précédent. Mais les reptiles suivent, à peu de chose près, la température extérieure; la diminution de leur chaleur s'accorde avec celle de leur respiration pour le maintien de la vie.

Lorsque le froid descend au-dessous du point où la respiration est arrêtée, il devient délétère. Pour empêcher la mort sans changer la température extérieure, il faudrait pouvoir augmenter l'action de l'air; ce qui ne peut se faire, à moins qu'on n'excite les mouvements respiratoires. Mais les reptiles ne paraissent pas avoir une pareille ressource en eux-mêmes; nous verrons d'autres animaux qui ont cette faculté.

Parmi les mammifères, les animaux hibernants présentent une suite de phénomènes semblables: au printemps et en été leur chaleur est élevée, et leurs mouvements respiratoires sont vifs comme chez les autres animaux de leur classe. Dans le déclin de l'année, on voit leur chaleur et leurs mouvements diminuer sensiblement, pourvu qu'on les

observe à des intervalles assez grands; et ce décroissement simultané peut aller jusqu'à la cessation des mouvements respiratoires, sans mettre un terme à la vie. Mais, si le froid devient plus intense, il faut que l'animal périsse ou qu'il étende ses rapports avec l'air. L'intensité du froid auquel il est près de succomber excite les mouvements respiratoires. L'air inspiré les entretient, au moins pour un temps, et compense l'influence pernicieuse de la température.

Ainsi, le froid peut ou ralentir ou accélérer les mouvements respiratoires, suivant son intensité et la constitution des animaux. Nous venons de voir que c'est le froid le plus vif qui produit ce dernier effet sur les mammifères hibernants.

Pour peu que le sang agisse sur les mouvements respiratoires des jeunes animaux à sang chaud, il les précipite ou en augmente l'étendue. Ce phénomène est extrêmement remarquable chez ceux qui naissent sans avoir la faculté de conserver leur température à l'air libre. A peine y sont-ils exposés, surtout les jeunes oiseaux de cette espèce, que leur respiration acquiert de la vitesse ou de l'ampleur, et leur température commence à baisser. Point de doute qu'ils n'éprouvent un sentiment vif de froid, malgré la chaleur de la saison. Tout leur être l'annonce. Ils présentent les phénomènes d'un accès de fièvre « algide », et l'état où ils se trouvent n'est pas moins promptement mortel si on n'y remédie en rétablissant la chaleur du corps.

Quoique l'accélération de la respiration soit un moyen puissant pour combattre les effets du froid, en multipliant le contact de l'air avec les organes les plus propres à ressentir son influence vivifiante, cependant ce moyen est borné, l'accélération a ses limites; elle peut diminuer, mais ne saurait contrebalancer les effets d'un froid trop rigoureux. En ce cas elle retarde, mais n'empêche pas la mort. Dans d'autres circonstances, où le froid est plus modéré, on conçoit que cet effort conservateur peut être efficace. J'emploie ici le mot de froid dans un sens rigoureusement juste, mais qui se rapporte à des températures auxquelles on n'attache pas ordinairement cette idée. C'est que le fait lui-même est extraordinaire. Il n'y en a pas d'ailleurs de plus propre à mettre dans tout son jour combien les expressions de froid et de chaud sont relatives lorsqu'on les applique à l'économie animale.

Suivons ces jeunes animaux dans les progrès de l'âge: la même température affecte de moins en moins les mouvements respiratoires, jusqu'à ce qu'enfin elle n'ait plus d'influence sur eux.

Par conséquent, dans l'âge adulte la vitesse de ces mouvements est beaucoup moins soumise à l'influence de la température extérieure. Mais, quelle que soit l'étendue de l'échelle dans laquelle les mouvements du thorax conservent le type qui caractérise la santé, il est un degré de froid qui les altère. Dans toutes les expériences que j'ai faites sur le refroidissement des animaux à sang chaud

adultes qui ne sont point sujets à l'hibernation, j'ai toujours remarqué une accélération des mouvements respiratoires jusqu'à ce que, les forces étant épuisées, ces mouvements, comme tous les autres, languissent et s'éteignent. Je ne doute pas qu'il n'y ait, au contraire, des cas où le ralentissement de la respiration a lieu chez eux comme chez les mammifères hibernants; mais la détermination précise des conditions d'où résultent l'augmentation ou la diminution de vitesse des mouvements respiratoires sous l'influence du froid chez ce groupe d'animaux, est composée d'éléments si compliqués, que nous ne saurions ici nous livrer à cette recherche.

Les faits consignés dans ce chapitre nous fournissent des données sur lesquelles nous pouvons fonder des rapports susceptibles d'applications nombreuses.

Nous avons dit qu'il y a une étendue de température dont les variations n'influent guère sur la vitesse des mouvements respiratoires des animaux, et que cette latitude est plus ou moins grande suivant la constitution des animaux: c'est un rapport qu'il importe de connaître avec le plus de précision possible, parce que, si nous savions quel genre de constitution conserve plus ou moins, dans les variations de la température extérieure, le rythme des mouvements respiratoires qui caractérise la santé, nous serions plus à même de le maintenir ou de le rétablir lorsqu'il est dérangé par cette

cause. Ce rapport se présente facilement à l'esprit, en se rappelant ce que nous avons dit de l'effet de la température extérieure sur les mouvements respiratoires des jeunes animaux à sang chaud et des adultes. Nous avons vu que les mammifères et les oiseaux sont d'autant plus affectés à cet égard par la température extérieure, qu'ils sont plus jeunes. Or, les modifications de fonctions les plus importantes qui caractérisent les différences d'âge chez les animaux de ces deux classes sont celles de la production de chaleur et l'étendue de la respiration. C'est avec le développement de ces deux fonctions que l'on voit diminuer l'influence de la température extérieure sur les mouvements respiratoires. Cette correspondance subsiste là même où il n'y a pas de différence d'âge. On peut s'en assurer en comparant, à leur naissance, les mammifères qui naissent les yeux fermés à ceux qui viennent les yeux ouverts.

Il en est de même de l'âge adulte: ainsi les mammifères hibernants qui produisent moins de chaleur et consomment moins d'air que les autres animaux de cette classe, éprouvent-ils une altération notable dans leurs mouvements respiratoires, à un degré de froid qui n'affecterait nullement le rythme de la respiration des autres.

Il suit des faits que nous venons d'exposer que, lorsqu'un individu éprouve un changement de constitution qui diminue sa production de chaleur ou la consommation d'air, il ne peut subir le degré

de froid qui, auparavant, lui aurait été salutaire, sans que le rythme de ses mouvements respiratoires n'en soit tôt ou tard altéré. De là la nécessité, lorsque ces deux fonctions ont éprouvé cette altération, comme dans des cas d'affection organique du cœur et des poumons, de mettre le malade en rapport avec une température plus douce, soit artificiellement, soit en le faisant changer de climat.

CHAPITRE X

DE L'INFLUENCE DES MOUVEMENTS RESPIRATOIRES SUR LA PRODUCTION DE LA CHALEUR

En étudiant l'influence des mouvements respiratoires sur la production de chaleur, nous devons nous borner aux mammifères et aux oiseaux; les reptiles produisent trop peu de chaleur pour que l'on puisse apprécier facilement les causes qui la modifient.

Lorsqu'on voit, ainsi que nous l'avons exposé plus haut, la diminution de la chaleur et des mouvements respiratoires des animaux hibernants avoir lieu en même temps sous l'influence d'une température basse, nous ne pouvons rien en conclure relativement au sujet que nous nous proposons de traiter. Comme le froid occasionne l'un et l'autre

phénomène, on ne saurait reconnaître l'influence qu'une fonction exerce sur l'autre. Il en est de même lorsqu'on transporte un de ces animaux du lieu où il a été engourdi dans un endroit chaud: sa respiration s'accélère et sa température s'élève sous la même influence de la chaleur extérieure; du moins c'est tout ce que nous pouvons y voir. Mais il est d'autres faits relatifs à ces animaux où nous reconnaissons la part des mouvements respiratoires dans l'élévation de la chaleur. Je citerai des expériences de M. de Saissy:

L'air de l'appartement était à 1°,5 au-dessous de la glace. La température d'une chauve-souris profondément engourdie était de 4°. M. de Saissy l'irrita par des moyens mécaniques, et la laissa exposée à la même température où elle était devenue léthargique. Elle fut une heure à se réveiller: trente minutes après elle avait 15°, et au bout du même espace de temps 27°; mais elle ne put dépasser ce terme.

Un hérisson également engourdi dans le même endroit n'avait que 3° au-dessus de zéro. Il fut excité de même. Il ne se réveilla qu'au bout de deux heures. Sa température était alors de 12°,5: une heure après de 30°; elle ne monta ensuite que de deux degrés dans le même intervalle, et à ce terme elle demeura stationnaire.

Dans les mêmes circonstances un lérot refroidi au même degré fut stimulé de la même manière. Dans une heure sa température était à 25°, et dans

le même espace de temps l'animal avait repris sa chaleur naturelle, 36°.

Dans ces expériences, la température extérieure n'est pour rien dans le rétablissement de la chaleur animale: les moyens mécaniques ne paraissent agir qu'en excitant les mouvements respiratoires et circulatoires, lesquels augmentent les rapports de l'économie avec l'air. Ces mouvements précèdent l'accroissement de la chaleur, changement qui survient lentement; et dans cette succession de phénomènes il serait difficile de ne pas reconnaître les rapports de cause et d'effet.

On verra par les expériences suivantes du même auteur que les moyens d'excitation mécanique n'ont eu aucune part appréciable dans la régénération de la chaleur. Ces faits, très curieux, présenteront les détails d'un phénomène que nous avons indiqué d'une manière générale dans le chapitre précédent et que nous envisagerons ici sous un autre point de vue. Nous avons dit que le froid, après avoir engourdi un animal hibernant, peut le réveiller lorsqu'il devient intense: c'est par cette cause que les mouvements de la respiration et de la circulation vont être excités.

Le même jour et à la même heure où M. de Saissy fit les expériences que je viens de rapporter, il plaça sur une fenêtre exposée au nord, avec les précautions nécessaires pour ne pas les réveiller, un autre hérisson et un lérot dont la température était à 4° au-dessus de zéro, tandis que celle de

l'atmosphère était à 4° au-dessous. Les mouvements respiratoires étaient très faibles. Le lérot s'éveilla un peu plus tard que dans l'expérience précédente, et courut dans sa cage avec légèreté. Dans la première heure, à dater de son exposition au froid, sa température s'éleva également à 25°, à la fin de la seconde à 36°. Le hérisson s'est éveillé deux heures et demie après le commencement de l'expérience; sa chaleur n'était montée qu'à 12°; au bout de cinq heures elle était à 28°.

Dans cette nouvelle série d'expériences, il est de toute évidence que la cause qui a produit le réveil n'était pas de nature à contribuer directement à la production de chaleur. Si un froid modéré peut la favoriser, comme nous l'avons fait voir ailleurs, un froid plus rigoureux a une tendance contraire. On peut se méprendre ici sur son action. Il produit une impression assez vive pour être sentie malgré la torpeur, et déterminer des contractions musculaires qui donnent accès à l'air dans de plus grandes proportions. L'intervention de cet agent fait naître un nouvel ordre de phénomènes parmi lesquels on observe l'accroissement de la chaleur. Nous ne voyons pas, il est vrai, par quel procédé ce changement s'opère; mais il suffit de faire voir qu'il a lieu: c'était là notre objet. Nous reconnaissons de plus dans cet enchaînement de phénomènes un exemple frappant de ces efforts conservateurs, de cette puissance médicatrice dont on a tant parlé, et qu'en général, on a plus sentie que distinguée.

Nous aurons plus d'une occasion de faire voir avec quelque précision les moyens qu'emploie la nature animée pour combattre des agents qui menacent l'existence.

Mais la cause qui a excité les mouvements de ces animaux n'est pas propre à les entretenir. Ils produisent trop peu de chaleur, même en déployant toutes les ressources de leur économie, pour résister longtemps à la température qui les a stimulés momentanément. Le froid qui les a réveillés soustrait trop rapidement la chaleur renaissante sous l'influence de la respiration et de la circulation pour que le jeu de ces fonctions puisse subsister: aussi leur température ne tarde-t-elle pas à baisser, et ils retombent dans une léthargie qui devient mortelle par l'intensité du froid.

Il n'en est pas de même lorsque, dans un froid modéré, on les excite par des moyens mécaniques: après avoir repris plus ou moins de chaleur, suivant leur faculté d'en produire, ils reviennent au même état où ils étaient auparavant, et dont on peut les tirer de nouveau.

Dans ces observations sur les animaux hibernants, les mouvements respiratoires, d'abord très faibles et à peine perceptibles, s'accroissent progressivement jusqu'au degré de vitesse et d'ampleur qu'ils ont dans l'état naturel. Il s'agit maintenant de savoir quelle serait l'influence de ces mouvements sur la température du corps lorsqu'ils sont élevés au delà du rythme de la santé. Pour ré-

soudre cette question, nous ne saurions nous appuyer sur des observations tirées des maladies; les conditions sont trop compliquées et trop obscures pour en déduire des conclusions satisfaisantes: nous prendrons nos exemples chez des animaux dans l'état de santé, dont la constitution soit bien connue, ainsi que les modifications qu'ils éprouvent par les circonstances où ils sont placés. Nous avons dit que de jeunes oiseaux réunis dans leur nid ont une chaleur élevée, quoiqu'ils aient alors peu ou point de plumes, mais que leur température baisse dès qu'on les expose à l'air: dans les premiers jours après leur naissance la marche de leur refroidissement, en pareil cas, est constamment progressive jusqu'au terme où le froid les engourdit. Quelles que soient les modifications de leurs mouvements respiratoires, cet effet a toujours lieu: aussi n'est-ce pas à cette époque que nous pouvons discerner leur influence sur la chaleur: ils en produisent si peu alors qu'aucun effort de leur organisation ne saurait les soustraire à l'abaissement successif de leur température; mais quelques jours plus tard, lorsqu'ils en développent davantage, on reconnaît souvent, par des signes indubitables, que l'accélération de la respiration au delà du terme de santé est une réaction salutaire pour accroître la chaleur du corps et s'opposer à l'action du refroidissement. Quand ils sont très près de l'âge où ils peuvent soutenir leur température à l'air, voici ce que j'ai observé chez plu-

sieurs individus dont j'ai donné les observations détaillées dans les tables: un d'eux avait 40° et 97 inspirations par minute. Retiré du nid, et exposé à l'air de l'appartement, qui était à 18°, il perdit dans un quart d'heure 3°: cependant sa respiration s'était accélérée. Il arriva à 120 aspirations qui se soutinrent pendant vingt minutes. Il s'était alors réchauffé d'un demi-degré; quelque temps après il se refroidit de nouveau; mais sa respiration, qui était devenue un peu moins fréquente, acquit de l'ampleur; sa chaleur se rétablit de la même quantité, et persista longtemps à ce terme. Un autre avait 38° et 84 inspirations par minute; un quart d'heure après son exposition à l'air, il se refroidit de trois quarts de degré; sa respiration s'était élevée à 108 inspirations, et continua à ce taux; examiné au bout d'une heure, il avait repris sa température première. Enfin, chez un autre, la respiration s'accéléra, et non seulement sa température ne baissa pas, mais elle s'éleva d'un degré.

Il y a donc plusieurs cas où l'accélération de la respiration au-dessus du type de la santé peut avoir un effet sensible sur la chaleur animale. Dans le premier, la température du corps baisse sous l'influence de la cause refroidissante; mais, par la réaction dont il s'agit, elle remonte un peu, sans cependant se rétablir, et peut ensuite descendre plus bas, en offrant des fluctuations. Dans le second, elle diminue et revient ensuite au point de départ; enfin, dans le troisième, elle ne décline pas, et peut

non seulement se soutenir, mais encore s'élever au-dessus de ce qu'elle était d'abord.

Il résulte des faits précédents que, dans les cas où la température du corps s'abaisse progressivement malgré l'accélération de la respiration, l'effet de cette accélération se borne à ralentir le refroidissement.

TABLE

Pages.

Avant-Propos. 5

Notice biographique sur William Milne Edwards. . . 9

PREMIÈRE PARTIE

ANIMAUX A SANG CHAUD

Chapitre I. — De la chaleur des jeunes animaux. . . . 11

Chapitre II. — De la chaleur chez les adultes. 26

Chapitre III. — De l'influence des saisons sur la production de la chaleur. 34

Chapitre IV. — De l'asphyxie. 41
Influence de la température extérieure. 51

Chapitre V. — De la respiration dans la jeunesse et dans l'âge adulte. 53

Chapitre VI. — De l'influence des saisons sur la respiration. 69

Chapitre VII. — De la transpiration. 81

§ I. — Marche de la transpiration dans des temps égaux et successifs. 83

§ II. — Influence de l'état hygrométrique de l'air. . . 89

§ III. — Influence du mouvement du repos de l'air. . . 98

DEUXIÈME PARTIE

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX VERTÉBRÉS

Chapitre I. — Des modifications de la chaleur chez l'homme depuis la naissance jusqu'à l'âge adulte. . . . 101

Chapitre II. — De l'influence du froid sur la mortalité à différents âges. 111

Chapitre. III. — Application momentanée de froid. . . . 121

Chapitre IV. — Application momentanée de la chaleur. . 123

Chapitre V. — Influence des saisons sur la production de la chaleur 125

Chapitre VI. — De l'asphyxie. 135

Chapitre VII. — Des modifications de la respiration suivant les espèces, l'âge, etc. 151

Chapitre VIII. — De l'action combinée de l'air et de la température. 157

Chapitre IX. — Effets de la température sur les mouvements respiratoires et circulatoires. 165

Chapitre X. — De l'influence des mouvements respiratoires sur la production de la chaleur. 173

Paris. — Typ.-Lin. A.-M. Beaudelot, 16, rue de Verneuil.

COLUMBIA UNIVERSITY LIBRARY

This book is due on the date indicated below, or at the expiration of a definite period after the date of borrowing, as provided by the rules of the Library or by special arrangement with the Librarian in charge.

DATE BORROWED	DATE DUE	DATE BORROWED	DATE DUE
C28(239)M100			

QP135 Ed9

Edwards

La chaleur animale